



TUGAS AKHIR – TF 145565

**RANCANG BANGUN *COOLING TOWER* TIPE
INDUCED DRAFT BERPENGENDALI
KECEPATAN PUTAR *FAN***

**Vebi Injang Septefani
NRP 10 51 15 00000 093**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 199002 1 001**

**Dosen Pembimbing II
Herry Sufyan Hadi, ST., M.T.
NPP. 1988201711056**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR – TF 145565

**RANCANG BANGUN *COOLING TOWER* TIPE
INDUCED DRAFT BERPENGENDALI KECEPATAN
PUTAR *FAN***

**Vebi Injang Septefani
NRP 10 51 15 00000 093**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 199002 1 001**

**Dosen Pembimbing II
Herry Sufyan Hadi, ST., M.T.
NPP. 19882017111056**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - TF 145565

***DESIGN OF
COOLING TOWER TYPE INDUCED DRAFT
CONTROLLED SWIVEL SPEED FAN***

**Vebi Injang Septefni
NRP 105 115 00000 093**

***Supervisor I*
Dr. Ir. Totok Suhartanto, DEA.
NIP. 19650309 199002 1 001**

***Supervisor II*
Herry Sufyan Hadi, ST., M.T.
NPP. 1988201711056**

***D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018***

**RANCANG BANGUN
COOLING TOWER TIPE INDUCED DRAFT
BERPENGENDALI KECEPATAN PUTAR FAN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Vebi Injang Septefni
NRP 105 115 00000 093**

**Surabaya, 1 Agustus 2018
Mengetahui dan Menyetujui,**

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA,
NIP. 19650309 199002 1 001



Herry Sufyan Hadi, ST.,MT
NIP. 1988201711056

Ketua Departemen Teknik Instrumentasi,


Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

**RANCANG BANGUN
COOLING TOWER TIPE INDUCED DRAFT
BERPENGENDALI KECEPATAN PUTAR FAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya
Pada Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Vebi Injang Septefni
NRP 105 115 00000 093**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.....(Dosen Pembimbing I)
2. Herry Sufyan Hadi,ST.,M.T.....(Dosen Pembimbing II)
3. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.....(Dosen Penguji)

**SURABAYA
AGUSTUS 2018**

COOLING TOWER TIPE INDUCED DRAFT BERPENGENDALI KECEPATAN PUTAR FAN

Nama Mahasiswa : Vebi Injang Septefani
NRP : 105 115 00000 093
Jurusan : D III Teknik Instrumentasi,
Departemen Teknik Instrumentasi
FV-ITS
Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
Dosen Pembimbing II : Herry Sufyan Hadi, ST.,M.T.

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini telah dibuat simulator alat penukar panas yang dilengkapi dengan *cooling tower induce draft*. *Cooling tower* ini berfungsi sebagai pendingin supaya sir keluaran dari *heat exchanger* mempunyai suhu 35°C sampai 40°C menjadi suhu normal yaitu 27°C untuk kemudian dapat disirkulasikan kembali. *Cooling tower induce draft* dilengkapi dengan fan yang berada dibagian atas sehingga udara panas akan dihisap keatas dan mempunyai dua sensor termokopel tipe K yang diletakkan pada pipa *input cooling tower* untuk mengukur suhu air yang masuk ke *cooling tower* dan pada pipa *output cooling tower* untuk mengukur suhu air yang keluar dari *cooling tower*. hasil pengukuran dari sensor termokopel akan dikirimkan ke Atmega 16 untuk ditampilkan pada LCD dan diolah untuk mengatur kecepatan putar *fan* berdasarkan padda suhu air yang keluar dari *cooling tower*. Pada sistem ini digunakan pengendalian *close loop* dengan menggunakan *set point steady* di suhu 27°C . Pada sistem ini juga dapat diketahui grafik respon sistem yang menunjukkan bahwa waktu untuk mencapai *steady state* pada detik ke 17 hingga menit ke 30 sejak sistem ini berjalan dan maksimum *overshoot* adalah padda suhu 40°C .

Kata kunci : cooling tower, induced draft

***DESIGN OF
COOLING TOWER TYPE INDUCED DRAFT
CONTROLLED SWIVEL SPEED FAN***

Name of Student : Vebi Injang Septefani
NRP : 105 115 00000 093
Departement : D III Teknik Instrumentasi,
Departemen Teknik Instrumentasi
FV-ITS
Supervisor I : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
Supervisor II : Herry Sufyan Hadi, ST.,M.T.

ABSTRACT

In this final project has created a simulator tool heat exchanger equipped with cooling tower induce draft. Cooling tower serves as a coolant so that sir output of heat exchanger has a temperature of 350C to 400C be 270C IE to normal temperature can then be circulated again. Cooling tower induce draft fan that comes with being the top so hot air will be smoked over and has two sensors thermocouples type K input pipe placed on the cooling tower to measure the temperature of the water that goes into a cooling tower and on the pipes the output of the cooling tower to measure the temperature of the water coming out of the cooling tower. the results of measurements of the sensors thermocouples will be sent to Atmega 16 to be displayed on the LCD and processed to adjust the playback speed of fan based on temperature padda water coming out of the cooling tower. This system is used for controlling close the loop by using the set-point temperature at 270C. This system can also be known to the system response graph indicates that the time to reach steady state at 17 seconds to up to 30 minutes since the system is running and the maximum overshoot is at a temperature of 400C.

Keywords : cooling tower, induced draf

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN *COOLING TOWER* TIPE *INDUCED DRAFT* BERPENGENDALI KECEPATAN PUTAR FAN”** dengan tepat waktu. terselesaikannya laporan ini juga tak luput dari dukungan dan peran serta dari orangtua dan keluarga besar serta berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr .Ir. Purwadi Agus D, M.Sc. selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS yang telah memberikan motivasi kepada kami.
2. Bapak Dr. Ir. Totok Suhartanto, DEA selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, arahan, saran, semangat dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Herry Sufyan Hadi ST,.M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, arahan, saran, semangat dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Matraji M.Sd selaku Dosen Wali penulis.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang tidak henti-hentinya memberi semangat dan doa untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
6. Terima kasih kepada Sita Dwi, Fenti Fitria, Lulus Erwina, Melvi, Wahyu, Windy pesek, Danik, Ria Octa, Niak, Faradhib, Buk Naima, Cici, Delima, Mbak Lady yang selalu menghibur, menenangkan dan memberi semangat.
7. Teman-teman D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2015 FV-ITS.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala masukan baik berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan laporan ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Surabaya, 1 Agustus 2018

Penulis.

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL I	i
HALAMAN JUDUL II	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II Error! Bookmark not defined.	v
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vError! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 RuangLingkup	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Simulator Alat Penukar Panas	5
2.2 <i>Cooling Tower</i>	6
2.3 Sensor Termokopel.....	9
2.4 Dimmer	11
2.5 Mikrokontroler AVR ATmega 16.....	12
2.5.1 Konfigurasi Pin Atmega 16	13
2.6 Code Vision AVR	15
2.7 Sistem Kontrol	16
2.7.1 Kontrol Proporsional	17
2.7.2 Spesifikasi Respon Transient Sistem Orde 2.....	20
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	23
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Alat	23
3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat	24

BAB IV ANALISA KINERJA DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Rancang Bangun Alat	35
4.1.1 Pembuatan Sistem	35
4.1.2 Pengujian Komponen	36
4.1.3 Pengujian Sistemix.....	39
4.2 Pembahasan	43
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 P&ID Simulator Alat Penukar Panas.....	5
Gambar 2. 2 Diagram Blok sistem	5
Gambar 2. 3 <i>Cooling Tower Induce Draft</i>	7
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Termokopel.....	10
Gambar 2. 5 Rangkaian Dimmer	11
Gambar 2. 6 Dimmer	12
Gambar 2. Mikrokontroler AVR ATmega 16	13
Gambar 2. Pin-pin AVR ATmega 16.....	13
Gambar 2. 9 Code Vision AVR.....	15
Gambar 2. 10 Diagram Blok Sistem Pengendalian <i>Cooling Tower</i>	16
Gambar 2. 11 Kontrol Proporsional	18
Gambar 2. 12 Diagram Blok Kontrol Proporsional.....	19
Gambar 2. 13 Respon Sistem Orde 2	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pembuatan Alat	23
Gambar 3. 2 P&ID Simulator Alat Penukar Panas.....	24
Gambar 3. 3 Diagram Blok Simulator Alat Penukar Panas	24
Gambar 3. 4 <i>Cooling Tower</i>	25
Gambar 3. 5 Sketsa 2 Dimensi <i>Cooling Tower Tipe Induce Draft</i> Tampak Depan	26
No table of figures entries found. Gambar 3. 13 Skematik Sensor Termokopel	30
Gambar 3. 14 Wiring Termokopel Tipe K Ke Atmega 16.....	30
Gambar 3. 15 Rangkaian Sensor Termokopel Tipe K	31
Gambar 3. 16 Skematik Aktuator.....	31
Gambar 3. 17 Diagram Blok Aktuator	31
Gambar 3. 18 Wiring Aktuator KeATmega 16	32
Gambar 3. 19 Diagram Blok Sistem Pengendalian <i>Cooling Tower</i>	32
Gambar 3. 20 <i>Flowchart Program</i>	33
Gambar 4. 1 Plant Simulator Alat Penukar Panas	35
Gambar 4. 2 <i>Cooling Tower Induce Draft</i>	35
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Uji Sensor Terhadap Tegangan.....	37

Gambar 4. 4 Grafik Respon Hasil Uji Tegangan Terhadap Kecepatan Putar Fan.....	38
Gambar 4. 5 Grafik Respon Kecepatan Putar Fan Terhadap Temperatur	40
Gambar 4. 6 Grafik Respon Temperatur	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Khusus Port B.....	14
Tabel 2. 2 Fungsi Khusus Port C.....	14
Tabel 2. 3 Fungsi Khusus Port D	15
Tabel 3. 1 Hasil Rancang <i>Cooling Tower</i>	26
Tabel 4. 1 Data Pengujian Sensor Termokopel Tipe K.....	36
Tabel 4. 2 Pengujian Aktuator.....	38
Tabel 4. 2 Pengujian Kinerja <i>Cooling Tower</i>	39
Tabel 4. 2 Respon Temperatur	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada simulator alat penukar panas kelompok tugas akhir ini, air yang didinginkan adalah air panas yang berasal dari *heater tank* dan yang mendinginkan adalah air yang berasal dari *refrigerant tank*. Alat penukar panas tersebut untuk menghasilkan air dengan T tertentu dengan mengatur *flowrate* air panas dan air dingin yang masuk ke *heat exchanger*.

Untuk menghemat penggunaan air, maka air dari *heat exchanger* akan disirkulasikan untuk dipergunakan kembali sehingga tidak menggunakan air yang baru. Keluaran dari *heat exchanger* masih mempunyai suhu 35-40°C sehingga air tersebut perlu dikondisikan supaya memenuhi syarat yaitu suhu ambient 27°C.

Untuk itu pada tugas akhir ini akan dirancang *Cooling Tower* untuk menurunkan suhu air yang keluar dari *heat exchanger* untuk menjadi suhu normal. *Cooling Tower* yang dirancang adalah *Cooling Tower Tipe Induced Draft* yang dilengkapi dengan potensiometer pada *fan* pendinginnya. Pada *Cooling Tower Tipe Induce Draft*, *fan* pendingin berada dibagian atas dan udara panas akan di hisap keatas, sehingga suhu air menurun[2]. Pada cooling tower ini putaran fan dapat diatur. Cepat lambatnya putaran fan ditentukan dari suhu air yang keluar dari *cooling tower* yang dibaca oleh sensor termokopel, hasil pembacaan dari sensor termokopel akan dikirim ke *microcontroller* ATmega16 untuk diproses jika suhu air yang keluar dari *cooling tower* terlalu tinggi, maka putaran *fannya* semakin cepat, dan jika suhu air yang keluar dari *cooling tower* terlalu rendah, maka putaran *fannya* akan semakin pelan atau mati.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- a. Bagaimana cara merancang dan membangun *Cooling Tower Tipe Induce Draft* ?
- b. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem pengendalian kecepatan putaran *fan* dengan menggunakan potensiometer ?
- c. Bagaimana menganalisa kinerja *Cooling Tower Tipe Induce Draft* dan pengendalian kecepatan putaran *fan* dengan menggunakan dimmer ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari rancang bangun alat ini adalah untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

- a. Akan dilakukan rancang bangun *Cooling Tower Tipe Induce Draft*.
- b. Akan dilakukan rancang bangun sistem pengendalian kecepatan putaran *fan* dengan menggunakan potensiometer.
- c. Mampu menganalisa kinerja *Cooling Tower Tipe Induce Draft* dan pengendalian kecepatan putaran *fan* dengan menggunakan dimmer.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada tugas akhir ini meliputi :

- a. Perancang sistem pendingin air panas yang akan keluar dari alat penukar panas dengan cara menyepaikan air ke filler.
- b. Untuk mempercepat proses pendinginan dipergunakanlah fan.
- c. Kecepatan hembusan air yang berasal dari fan ini tergantung pada outlet dari heat exchanger, dalam arti akan ada sistem pengendalian putaran fan.
- d. Dilakukan pengendalian temperatur agar kembali ke suhu ambient.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Manfaat yang didapatkan dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah dapat menurunkan suhu air dari 35°C ke 27°C dengan menggunakan potensiometer untuk mengatur kecepatan

putaran *fan*-nya agar air yang keluar dari *heat exchanger* dapat disirkulasikan untuk digunakan kembali.

- b. Sebagai penunjang praktikum bagi mahasiswa Teknik Instrumentasi pada beberapa mata kuliah seperti sistem pengukuran (listrik, aliran,), program komputer, fisika terapan, teknik otomasi, dan sistem instrumentasi industri.

1.6 Manfaat

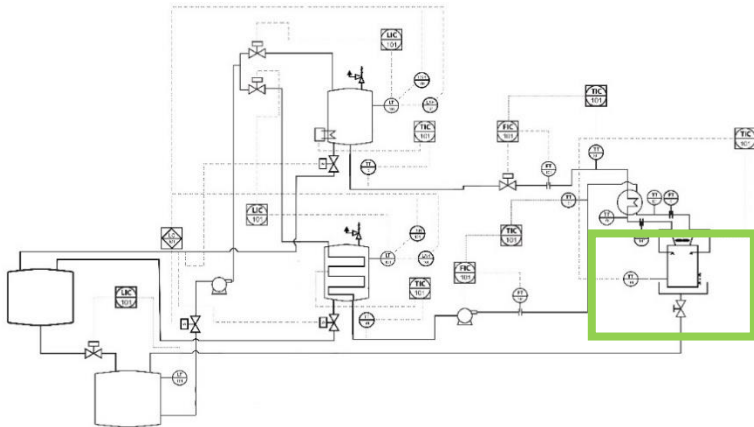
Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai sistem pengendalian aliran nosel pada PLTMH agar mendapatkan debit aliran air yang sesuai dan stabil sehingga dapat memutar turbin dan menghasilkan tegangan yang stabil.
- b. Sebagai penunjang praktikum bagi mahasiswa Teknik Instrumentasi pada beberapa mata kuliah seperti sistem pengukuran (listrik, aliran,), program komputer, fisika terapan, teknik otomasi, dan sistem instrumentasi industri.

(Halaman Sengaja Dikosongkan)

BAB II DASAR TEORI

2.1 Simulator Alat Penukar Panas



Gambar 2.1 P&ID Simulator Alat Penukar Panas



Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem

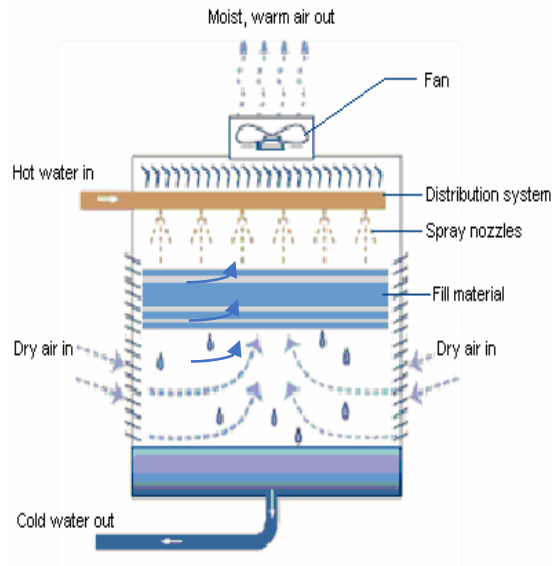
Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa yang perlu diperhatikan. Tugas akhir ini membahas tentang simulator alat penukar panas dimana ada air yang dipanaskan dan ada air yang didinginkan. Alat penukar panas adalah suatu alat bantu permesinan yang berfungsi memindahkan panas dari suatu media ke medi yang lain [1]. Air dari storage tank akan di supply menuju *heater tank* untuk dipanaskan dan yang mendinginkan adalah air yang berasal dari *refrigerant tank*. Tujuan dari plant ini

untuk menurunkan suhu air yang keluar dari *heat exchanger* supaya dapat disirkulasikan kembali. Air dengan suhu normal pada tangki penyimpanan dipompa menuju tangki pemanas dan tangki pendingin secara bersamaan. Volume maksimal pada tangki pemanas adalah 12 liter dengan set point 70°C , sedangkan volume maksimum pada tangki pendingin adalah 40 liter dan suhu set pointnya adalah 20°C . Kemudian air tersebut dialirkan ke *heat exchanger* untuk diturunkan suhu airnya menjadi 35°C dengan mengatur *flowrate* air yang masuk dengan *motor operation valve* pada tangki pemanasnya dan *variable speed drive* pada tangki pendinginnya. Air tersebut perlu dikondisikan agar menjadi suhu normal 27°C , yaitu dengan *cooling tower*. Keluaran dari *cooling tower* akan dialirkan ke *storage tank* untuk disirkulasikan kembali.

2.2 Cooling Tower

Cooling tower merupakan suatu alat penukar panas yang berfungsi mendinginkan air melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. *Cooling Tower* menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Sebagai akibatnya, air yang tersisa didinginkan secara signifikan. *Cooling Tower* mampu menurunkan temperatur air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas atau peralatan yang panas fluidanya tidak diuapkan ke atmosfer seperti radiator dalam mobil, dan oleh karena itu biayanya lebih efektif dan efisien energinya[2].

Ada beberapa tipe *cooling tower*, salah satunya adalah *cooling tower* tipe *induced draft*. Pada tipe ini *fan* pendinginnya berada dibagian atas, sehingga udara panas hasil dari pertukaran panas dengan air didalam *Cooling Tower* dihisap ke atas.



Gambar 2.3 *Cooling Tower induced draft*

Dari sini, air panas disemprotkan oleh *spray nozzle* dengan memanfaatkan gravitasi. Butiran-butiran air (*doplet*) akan turun ke bawah dan berkontak langsung dengan udara luar yang diinduksi oleh *fan blade*. Gap temperatur antara aliran udara dan air panas akan menimbulkan transfer kalor diantara keduanya. Dengan mekanisme seperti ini, maka air panas akan mengalami penurunan temperatur yang berpengaruh pada penurunan temperatur *cold water basin*.

Sesuai dengan teori dasar perpindahan kalor, efektifitas perpindahan kalor sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya kecepatan laju fluida. Di dalam cooling tower fluida pendingin berupa udara luar yang diinduksi oleh *fan blade* dan diteruskan ke *fan stack*. Sebelum memasuki *cooling tower*, udara dilewatkan melalui sirip-sirip *louver* pada sisi samping *cooling*

tower. Sirip-sirip *louver* ini disusun sedemikian rupa dengan jumlah dan besar sudut yang tertentu.

Fungsi utama dari *louver* sendiri adalah untuk menghalangi keluarnya air ke sisi luar *cooling tower* sehingga kapasitas *cold basin* tetap terjaga. Akan tetapi, secara mekanika fluida posisi sirip-sirip *louver* tersebut dapat berpengaruh pada kecepatan fluida yang tentunya berimplikasi pada efektifitas perpindahan kalor di *cooling tower*[4].

Komponen *cooling tower* secara garis besar adalah:

a. Kipas (fan)

Merupakan bagian terpenting dari sebuah menara pendingin karena berfungsi untuk menarik udara dingin dan mensirkulasikan udara tersebut di dalam menara untuk mendinginkan air. Jika kipas rusak atau tidak berfungsi maka kinerja menara pendingin tidak maksimal. Kipas digerakkan oleh motor listrik dan di kopel langsung oleh poros kipas.

b. Pipa sprinkler

Merupakan pipa yang berfungsi untuk mensirkulasikan air secara merata pada menara pendingin, sehingga perpindahan kalor air dapat efektif dan efisien. Pipa sprinkler dilengkapi lubang-lubang kecil untuk menyalurkan air.

c. Penampung air (water basin)

Water basin berfungsi untuk pengumpul air sementara yang jatuh dari filling material sebelum disirkulasikan kembali ke kondenser. Water basin terbuat dari seng.

d. Lubang udara (inlet louver)

Berfungsi sebagai tempat masuknya udara melalui lubang-lubang yang ada. Melalui inlet louver akan terlihat kualitas dan kuantitas air yang akan didistribusikan. Inlet louver terbuat dari seng.

e. Bahan pengisi (filling material)

Filling material merupakan bagian dari menara pendingin yang berfungsi untuk mencampurkan air yang jatuh dengan udara yang

bergerak naik. Air yang masuk mempunyai suhu yang cukup tinggi akan disemprotkan ke filling material. Pada filling material inilah air yang mengalir turun menuju water basin akan bertukar kalor dengan udara segar dari atmosfer yang suhunya. Oleh sebab itu, filling material harus dapat menimbulkan kontak yang baik antara air dan udara agar terjadi laju perpindahan kalor yang baik. Filling material harus kuat, ringan dan tahan lapuk. Filling material ini mempunyai fungsi memecah air menjadi butiran-butiran tetes air dengan maksud memperluas permukaan pendinginan sehingga prose perpindahan panas dapat dilakukan seefisiensi mungkin

Pada *Cooling Tower* Berlaku Hukum kekekalan massa dan Kekekalan Energi.

- Heat Transfer

$$Q = m \times C \times (T_2 - T_1) \quad (2.1)$$

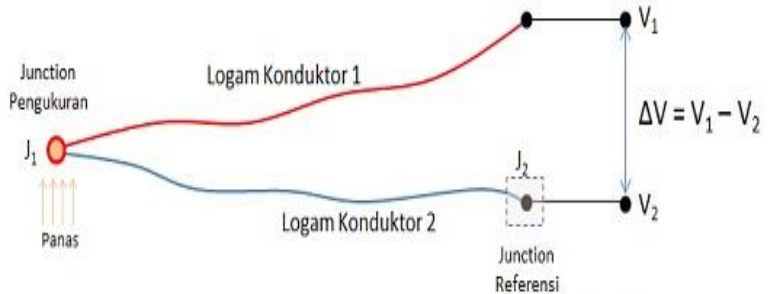
2.3 Sensor Termokopel

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “Thermo-electric”. Efek Thermo-electric pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik.

Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “Seebeck”.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. Untuk lebih jelas mengenai Prinsip Kerja Termokopel, mari kita melihat gambar dibawah ini :

Termokopel (Thermocouple)



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor Termokopel

Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau $V_1 = V_2$. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau $V_1 - V_2$. Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$ pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti.

Besarnya tegangan yang keluar dari termokopel ditentukan dengan rumus :

- $$V_{out} = V_h - V_c \quad (2.2)$$

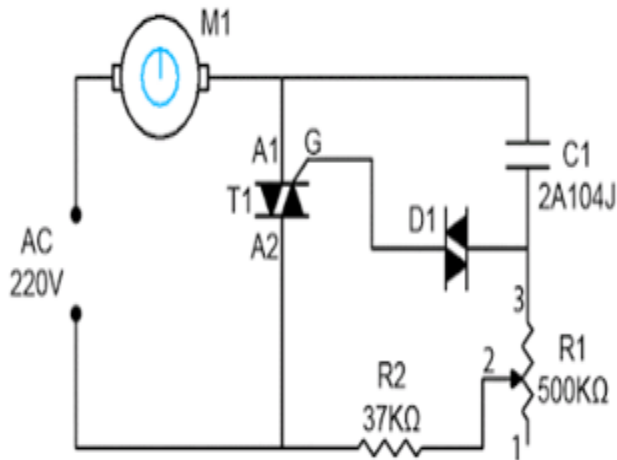
Keterangan : V_{out} = tegangan yang keluar dari termokopel

V_h = tegangan yang diukur pada suhu tinggi

V_c = tegangan referensi

2.4 Dimmer

Membuat rangkaian pengatur kecepatan alat listrik seperti gerinda, bor listrik, mesin pasah listrik, kipas angin, dinamo dan lain lain. Rangkaian ini bekerja mengatur arus tegangan yang masuk ke alat listrik 220V AC. Sehingga kecepatan bisa dibuat pelan dan kencang. Untuk membuat rangkaian ini bisa anda lihat pada skema diagram berikut :



Gambar 2.5 Rangkaian Dimmer

Pada skema rangkaian diatas tegangan sumber yaitu 220V , dan M1 bisa disebutkan untuk alat listrik yang bekerja pada tegangan 220V AC. T1 adalah gambar simbol dari triac, triac ini adalah basis pengontrolan tegangan yang disambung dengan d1 dan diatur hambatannya oleh R1. R1 adalah potensiometer. jadi arus tegangan yang masuk ke alat listrik bisa diatur kecepatannya.



Gambar 2.6 Dimmer

2.5 Mikrokontroler AVR ATmega16

AVR merupakan seri Mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 *register general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial *UART*, *programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa diantaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Chip AVR yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah ATmega 16.

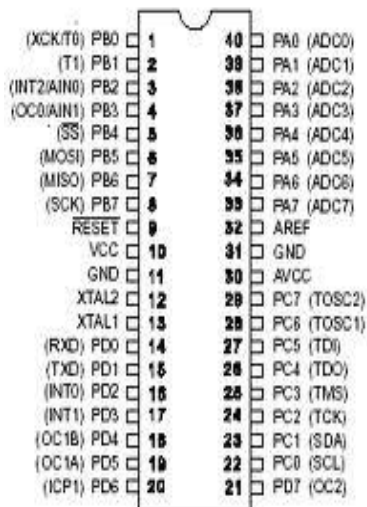
ATmega16 memiliki kapasitas EEPROM 1024 bytes dan kapasitas FLASH 16K words (32K bytes) sehingga program yang dibuat dapat memiliki ukuran besar. Gambar 2.28 menunjukkan mikrokontroler AVR ATmega 16.



Gambar 2.7 Mikrokontroler AVR ATmega 16

2.5.1 Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*Dual Inline Package*). Kemasan pin tersebut terdiri dari 4 *Port* yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*. Masing masing *port* terdiri dari 8 buah pin. Selain itu juga terdapat pin RESET, VCC, GND 2 buah, VCC, XTAL1, XTAL2 dan AREF.



Gambar 2.8 Pin-pin AVR ATmega 16

Deskripsi dari pin-pin ATmega16 dijelaskan sebagai berikut[15]:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya
2. GND merupakan pin ground
3. PORT A (PA0..PA7) merupakan pin input/output dua arah dan pin masukan ADC.
4. PORT B (PB0-PB7) merupakan pin input/output dua arah dan pin yang memiliki fungsi khusus, seperti ditunjukkan oleh tabel

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B

PIN	Fungsi Khusus
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 T1 (Timer/Counter0 External Counter input) XCK (USART External Clock Input/Output)

5. PORT C (PC0-PC7) merupakan pin input/output dua arah dan pin yang memiliki fungsi khusus, seperti ditunjukkan oleh tabel 2.3

Tabel 2.2 Fungsi khusus port C

PIN	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator pin2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator pin1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two – Wire Serial Bus Data Input Output Line)
PC0	SCL (Two – Wire Serial Bus Clock Line)

6. PORT D (PD0-PD7) merupakan pin input/output dua arah dan pin yang memiliki fungsi khusus, seperti ditunjukkan oleh tabel 2.4.

Tabel 2.3 Fungsi khusus port D

PIN	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. AVCC merupakan pin masukan tegangan ADC.
9. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

2.6 Code Vision AVR



Gambar 2.9 CodeVision AVR

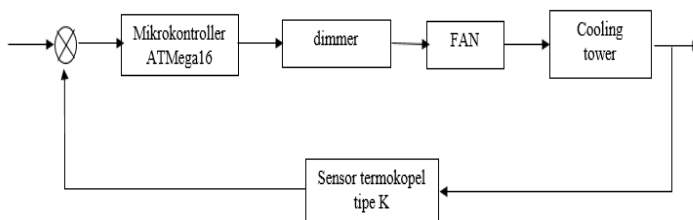
CodeVision AVR merupakan sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana sampai kontrol yang cukup kompleks, mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang selanjutnya diprogram ke dalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah disediakan oleh program tersebut. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah CodeVision AVR yang menggunakan bahasa pemrograman C.

CodeVision AVR mempunyai suatu keunggulan dari compiler lain, yaitu adanya codewizard, fasilitas ini memudahkan kita dalam inisialisasi mikrokontroler yang akan kita gunakan.

2.7 Sistem Kontrol

Sistem control atau sistem pengendalian adalah proses pengaturan / pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (range) tertentu. Dalam istilah lain disebut juga teknik pengaturan, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan.

Salah satu penerapan sistem pengendalian adalah untuk mengontrol putaran fan agar temperatur air yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C . Berikut adalah diagram blok sistem pengendalian cooling tower.



Gambar 2.10 Diagram Blok Sistem Pengendalian *Cooling Tower*

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut.

Kontroler merupakan elemen sistem pengaturan yang berfungsi mengolah sinyal umpan balik dan sinyal masukan acuan (set point) atau sinyal error mejadi sinyal kontrol. Sinyal error disini adalah selisih antara sinyal umpan balik yang dapat berupa sinyal keluaran plant sebenarnya atau sinyal keluaran terukur dengan sinyal masukan acuan (setpoint).

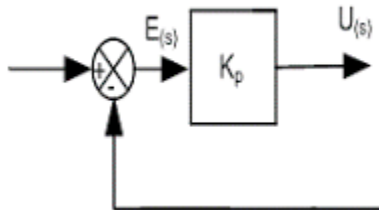
Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler. Aktuator adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot. Untuk meningkatkan tenaga mekanik aktuator ini dapat dipasang sistem gearbox. Aktuator dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari controller.

Plant adalah nama lain untuk sistem. Plant adalah seperangkat peralatan yang hanya terdiri dari beberapa bagian dan bekerja bersama-sama, yang digunakan untuk melakukan suatu operasi tertentu. Pada sistem pengendalian, setiap obyek fisik yang dikontrol disebut plant.

2.7.1 Kontrol proporsional

Pengendali jenis P (proporsional) ini terdapat hubungan yang sebanding atau proporsional antara keluaran terhadap kesalahan, secara lebih sederhana dapat dikatakan bahwa

keluaran pengendali proportional merupakan perkalian antara konstanta proportional dengan masukannya



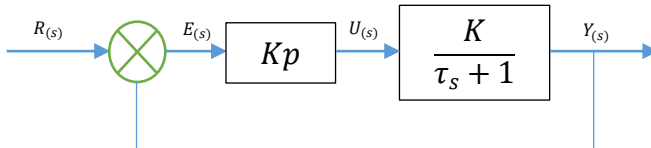
Gambar 2.11 Kontrol Proporsional

$$U(s) = K_p \cdot E \quad (2.3)$$

Sehingga $U(s)$ akan proporsional terhadap $E(s)$

Kontroller ini juga lebih dikenal sebagai gain / penguatan. Pertambahan harga K_p akan menaikkan penguatan sistem sehingga dapat digunakan untuk memperbesar kecepatan tanggapan dan mengurangi ess atau error steady state (penyimpangan dalam keadaan mantap). Pemakaian alat kendali tipe proporsional ini sering tidak memuaskan karena penambahan K_p selain akan membuat sistem lebih sensitif tetapi juga cenderung mengakibatkan ketidakstabilan. Disamping itu penambahan harga K_p terbatas dan tidak cukup untuk mencapai tanggapan sampai suatu harga yang diinginkan. Kenyataannya dalam mengatur harga K_p terdapat keadaan-keadaan yang bertentangan. Di satu pihak diinginkan mengurangi ess sebanyak mungkin tetapi hal ini akan mengakibatkan osilasi bagi tanggapan yang berarti memperlama “setting time” sedangkan di pihak lain tanggapan terhadap setiap perubahan masukan harus terjadi secepat mungkin tetapi dengan lonjakan dan osilasi sekecil mungkin. Tanggapan yang cepat memang dapat diperoleh dengan memperbesar K_p tetapi hal ini juga akan mengakibatkan ketidakstabilan sistem. Pengendali proportional memiliki 2 parameter yaitu : pita proporsional (band proportional) dan konstanta

proportional. Daerah kerja efektif controller dicerminkan oleh pita proportional, sedangkan konstanta proportional menunjukkan nilai faktor penguatan terhadap sinyal kesalahan, K_p .



Gambar 2.12 Diagram Blok Kontrol Proporsional

Dengan:

$E(s)$ = Error sistem

$U(s)$ = sinyal kontrol

$R(s)$ = input sistem

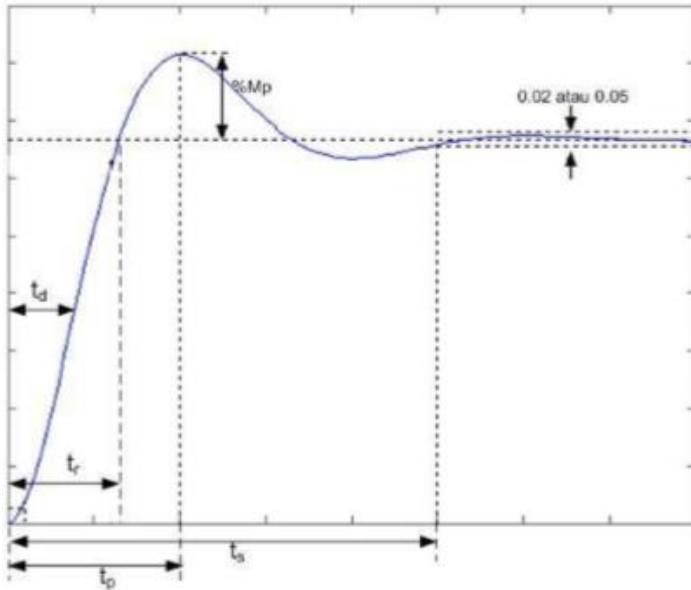
K_p = controller proporsional

K = gain open loop

τ_s = konstanta waktu

$Y(s)$ = Output sistem

2.7.2 Spesifikasi Respon Transient Sistem orde 2



Gambar 2.13 Respon Sistem Orde 2 (elsevier, 2011)

Karakteristik Respon Transient Sistem Orde II Terdapat beberapa macam ukuran kualitas respon transient yang lazim digunakan, antara lain :

a. Rise Time (t_r)

Waktu naik adalah ukuran waktu yang di ukur mulai dari respon $t = 0$ sampai dengan respon memotong sumbu steady state yang pertama.

b. Settling Time (t_s)

Waktu tunak adalah ukuran waktu yang menyatakan respon telah masuk $\pm 5\%$, atau $\pm 2\%$, atau $\pm 0.5\%$ dari keadaan steady state

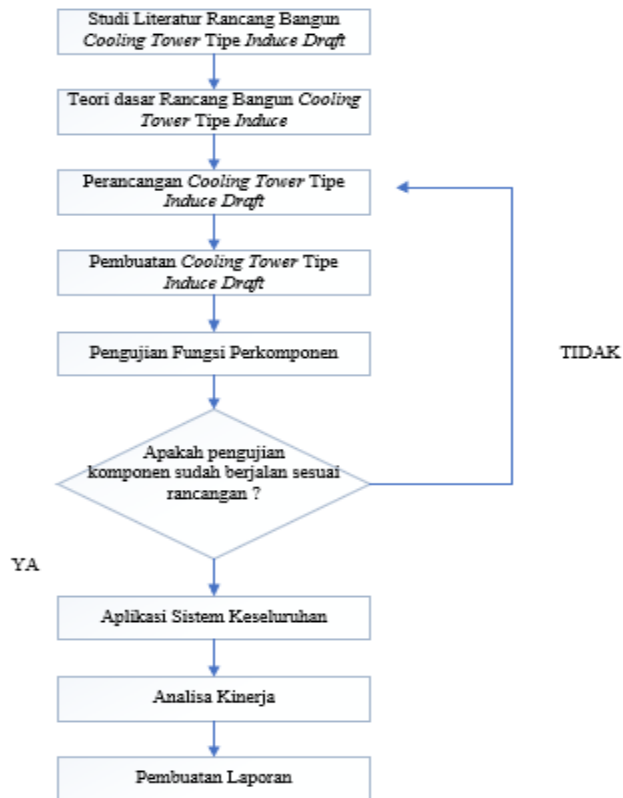
c. Delay Time (t_d)

Ukuran waktu yang menyatakan faktor keterlambatan respon output terhadap input, di ukur mulai $t = 0$ s/d respon mencapai 50% dari respon steady state

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Alat

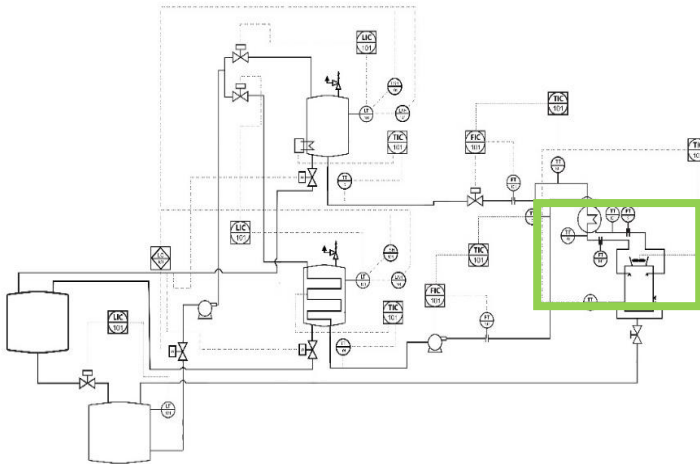
Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah perancangan dan pembuatan system pengendalian laju aliran heater untuk kebutuhan proses heat exchanger. Berikut adalah Diagram alur yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

3.2 Perancangan dan Pembuatan

Dilakukan untuk menentukan dimensi dari cooling tower pada simulator alat penukar panas.



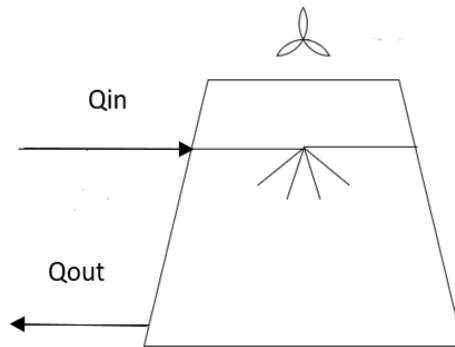
Gambar 3.2 P&ID Simulator Alat Penukar Panas



Gambar 3.3 Diagram Simulator Alat Penukar Panas

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa yang perlu diperhatikan. Tugas akhir ini membahas tentang simulator alat penukar panas dimana ada air yang dipanaskan dan ada air yang didinginkan. Air dari storage tank akan di supply menuju *heater tank* untuk dipanaskan dan yang mendinginkan adalah air yang berasal dari *refrigerant tank*. Tujuan dari plant ini untuk menurunkan suhu air yang keluar dari *heat exchanger* supaya dapat disirkulasikan kembali. Air dengan suhu normal pada tangki penyimpanan dipompa menuju tangki pemanas dan tangki pendingin secara bersamaan. Volume maksimal pada tangki

pemanas adalah 12 liter dengan set point 70°C , sedangkan volume maksimum pada tangki pendingin adalah 40 liter dan suhu set pontnya adalah 20°C . Kemudian air tersebut dialirkan ke *heat exchanger* untuk diturunkan suhu airnya menjadi 35°C dengan mengatur *flowrate* air yang masuk dengan *motor operation valve* pada tangki pemanasnya dan *variable speed drive* pada tangki pendinginnya. Air tersebut perlu dikondisikan agar menjadi suhu normal 27°C , yaitu dengan *cooling tower*. Keluaran dari *cooling tower* akan dialirkan ke *storage tank* untuk disirkulasikan kembali.



Gambar 3.4 *Cooling Tower*

Air yang masuk ke cooling tower merupakan output dari heat exchanger yang mempunyai suhu 35°C . Air yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C .

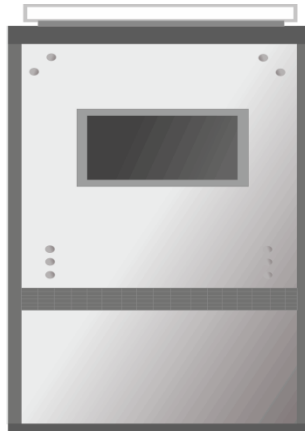
- Luas alas 40 cm x 40 cm
 $T_1 = 35\text{-}40^{\circ}\text{C}$
 $T_2 = 27^{\circ}\text{C}$
- Tinggi tangki penampung
 $t = V / (p \times l)$
 $= 0,016 / (0,4 \times 0,4)$
 $= 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

Tabel 3.1 Hasil Rancang *Cooling Tower*

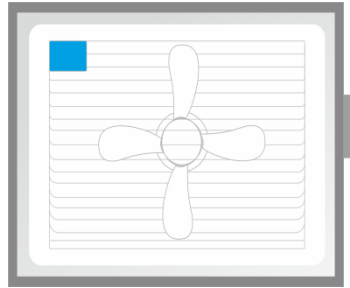
SUHU	Tin	JARAK	JARAK	JARAK
------	-----	-------	-------	-------

RUANGAN °C	°C	SPRAY KE TRAY	EMBER KE TRAY	SPRAY KE KIPAS
27	37	5	5	5
		10	10	10
		15	15	15
		20	20	20

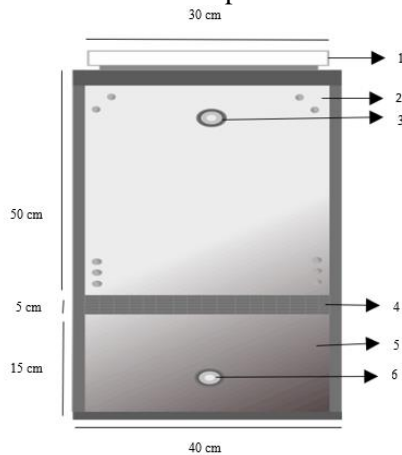
Dari tabel 3.1 hasil uji rancang cooling tower digunakan untuk menentukan dimensi dari cooling tower mulai dari jarak spray dengan tray, tray dengan tangki penampungan. Dari hasil percobaan tersebut didapatkan desain sebagai berikut :



Gambar 3.5 Sketsa 2 Dimensi Cooling Tower Tipe Induce Draft Tanpak Depan



Gambar 3.6 Sketsa 2 Dimensi Cooling Tower Tipe Induce Draft Tampak Atas



Gambar 3.7 Sketsa 2 Dimensi Cooling Tower Tipe Induce Draft Tampak Samping

Keterangan : 1. *Fan Pendingin*

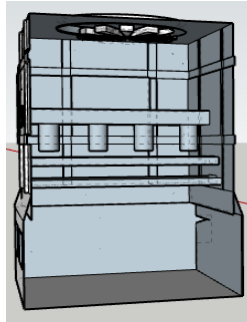
2. tangki

3. inlet

4. louver

5. tangki penampungan

6. outlet

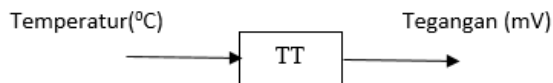


Gambar 3.8 Sketsa 3 Dimensi Cooling Tower Tipe Induce Draft Bagain Dalam



Gambar 3.9 Sketsa 3 Dimensi Cooling Tower Tipe Induce Draft

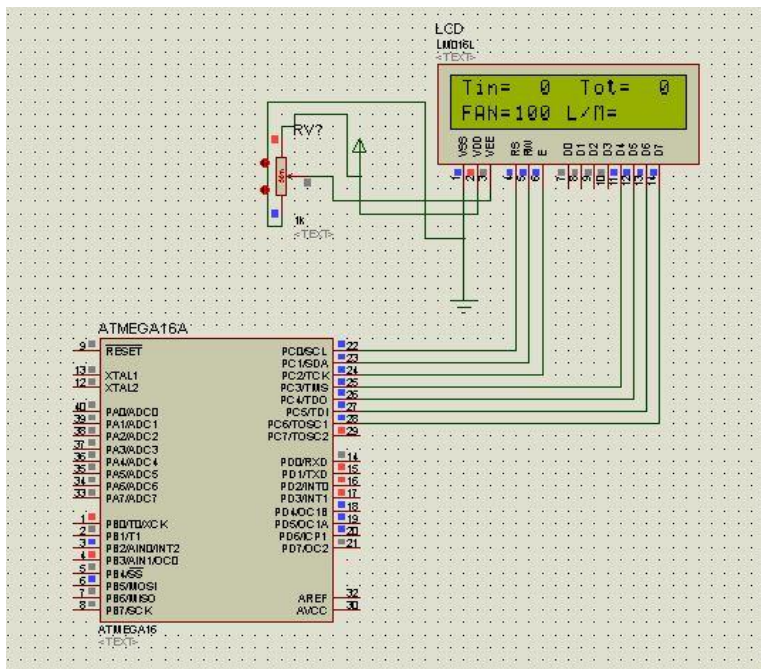
Air yang masuk ke cooling tower mempunyai suhu 35°C dan air yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C , untuk mengetahui apakah suhu air yang masuk dan suhu air yang keluar dari cooling tower sudah sesuai dengan yang ditentukan maka diperlukanlah sebuah sensor temperatur. Sensor yang digunakan yaitu sensor termokopel tipe K yang mempunyai range pengukuran 0°C sampai 1024°C .



Gambar 3.10 Diagram Block sensor



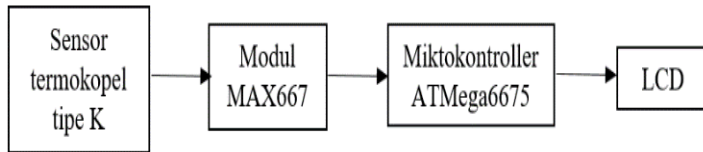
Gambar 3.11 Letak Sensor Termokopel Pada Input Cooling Tower



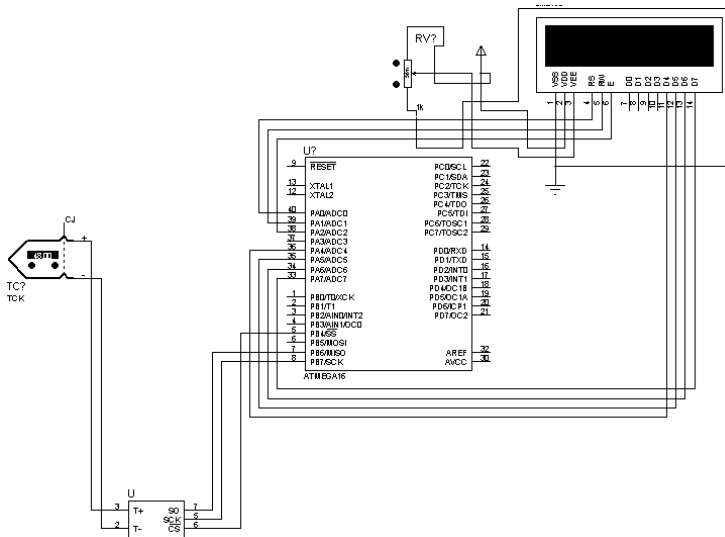
Gambar 3.12 Wiring simulasi ATmega16 Ke LCD

Pada sensor termokopel inputan berupa suhu dan outputan berupa tegangan (mV). Agar dapat ditampilkan pada LCD maka

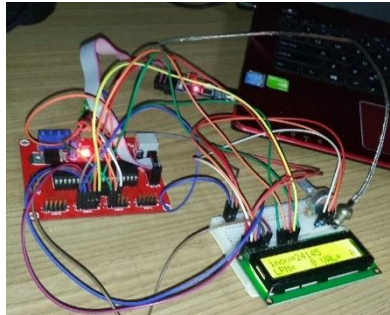
dipelukan modul MAX6675 untuk merubah sinyal analog ke sinyal digital dan menguatkan sinyal. Output dari MAX6675 memiliki resolusi 12 bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler.



Gambar 3.13 Skematik Sensor Termokopel



Gambar 3.14 Wiring Termokopel Tipe K Ke ATmega



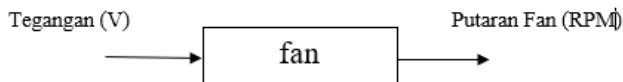
Gambar 3.15 Rangkaian Sensor Termokopel Tipe K

Pada cooling tower induce draft terdapat fan yang berada dibagian atas, fan digunakan untuk mempercepat proses pendinginan. Cepat rambatnya putara fan tergantung dari tegangan yang diberikan oleh dimmer. Dimmer adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengatur besar kecilnys tegangan.

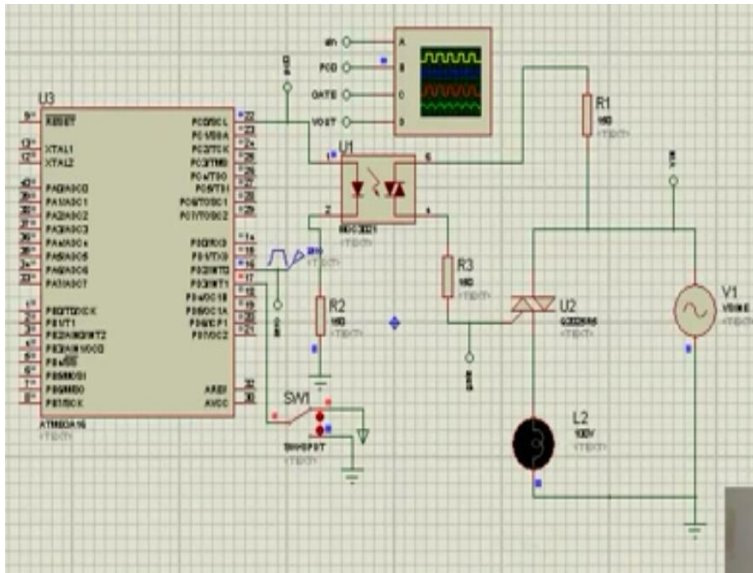


Gambar 3.16 Skematik Aktuator

Untuk menggerakkan fan perlu dideteksi terlebih dahulu sinyal PWM menggunakan opto kopler, sinyal tersebut akan di interup di mikrokontroller untuk kemudian disinkronkan. Setelah disinkronkan akan dikirim ke MOC. MOC akan on off secara cepat, setelah MOC on maka akan dikirimkan ke TRIAC, TRIAC sendiri merupakan suplay akhir pada dimmer untuk kemudian memutar motor fan.

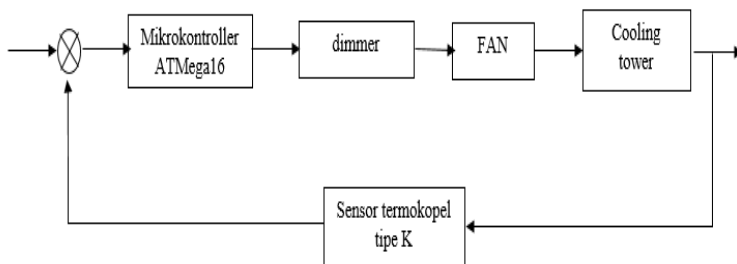


Gambar 3.17 Diagram Blok aktuator



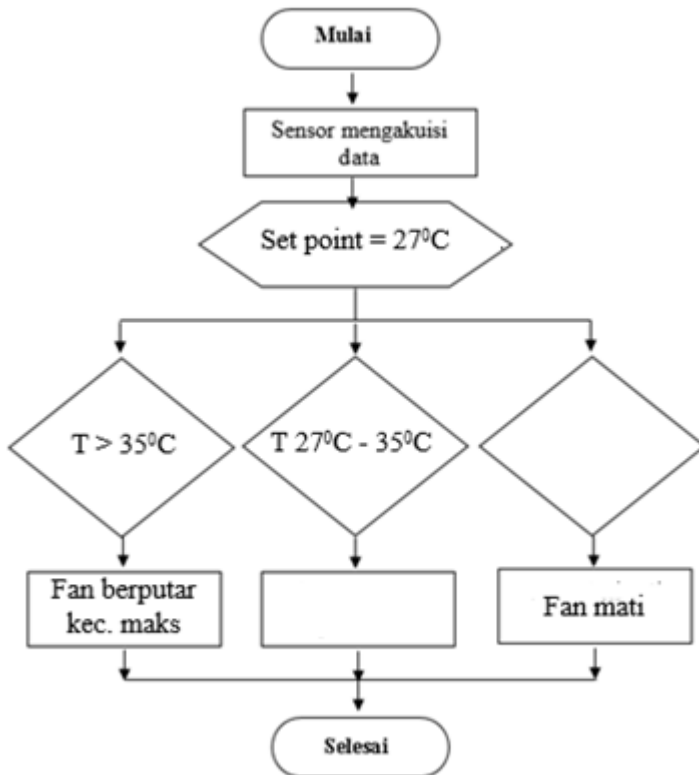
Gambar 3.18 Wiring Aktuator Ke ATmega 16

Pada cooling tower terdapat input berupa air hangat dari dengan suhu 35°C . Air tersebut harus dikondisikan supaya air yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C . Untuk itu diperluka sebuah pengendalian pada cooling tower agar air yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C .



Gambar 3.19 Diagram Blok Sistem Pengendalian Cooling Tower

Pada gambar 3.19 terdapat diagram blok sistem pengendalian cooling tower. Inputnya berupa tegangan 0 – 5 VDC. Mikrokontroller menerima input ADC dan menghasilkan output PWM yang menjadi input rangkaian dimmer. Dan output dari dimmer akan menghasilkan tegangan yang akan mengatur kecepatan putar fan.



Gambar 3.20 *Flowchart Program*

Ketika suhu air yang masuk ke cooling tower lebih dari 35°C maka fan akan berputar dengan kecepatan maksimal, jika temperatur air yang masuk ke cooling tower mempunyai suhu antara 27°C sampai 35°C maka fan akan berputar dengan

kecepatan minimum, namun jika air yang masuk ke cooling tower mempunyai suhu 27°C maka fan akan mati.

BAB IV

ANALISA KINERJA DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun Alat

Berikut ini adalah rancang bangun Simulator Alat Penukar panas.



Gambar 4.1 Plant Simuator Alat Penukar Panas

4.1.1 Pembuatan Sistem

Berikut ini adalah perancangan sistem pengendalian level pada tangki penampungan plant simulator alat penukar panas.



Gambar 4.2 *Cooling Tower Induced Draft*

Pada cooling tower tipe induce draft fan berada dibagian atas, tujuan diletakkan fan yaitu untuk mempercepat pendinginan. Terdapat dua sensor termokopel tipe K yang diletakkan pada pipa input pada cooling tower untuk mengukur temperatur air yang akan masuk ke cooling tower dan satunya diletakkan pada pipa output pada cooling tower untuk mengukur temperatur air yang keluar dari cooling tower, jika suhu air yang keluar dari cooling tower belum 27°C maka fan akan berputar sesuai temperatur air yang masuk ke cooling tower.

4.1.2 Pengujian Komponen

Pengujian komponen uji aktuatur

4.1.2.1 Pengujian Sensor Termokopel

Untuk temperatur dan tegangan output dari sensor termokopel didapatkan dari data sheet sensor termokopel tipe K. Inputan ke cooling tower mempunyai suhu 35°C sampai 40°C sedangkan outputnya mempunyai suhu 27°C .

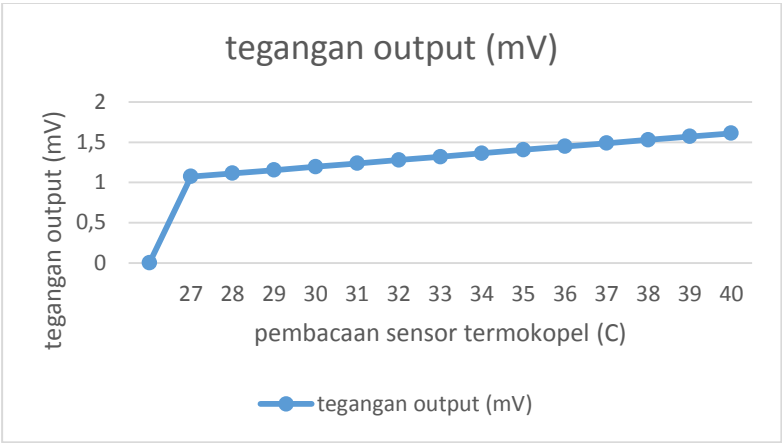
Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Termokopel Tipe K

No.	Pembacaan Sensor Termokopel (C)	tegangan output (mV)
1	27	1,074
2	28	1,114
3	29	1,155
4	30	1,196
5	31	1,238
6	32	1,279
7	33	1,32
8	34	1,362
9	35	1,407
10	36	1,448

Lanjutan Tabel 4.1

No.	Pembacaan Sensor	Tegangan Output (Mv)
-----	---------------------	-------------------------

	Termokopel (C)	
11	37	1,489
12	38	1,53
13	39	1,571
14	40	1,612



Gambar 4.3 Grafik Respon Hasil Uji Sensor Terhadap Tegangan

4.1.2.2 Pengujian Aktuator

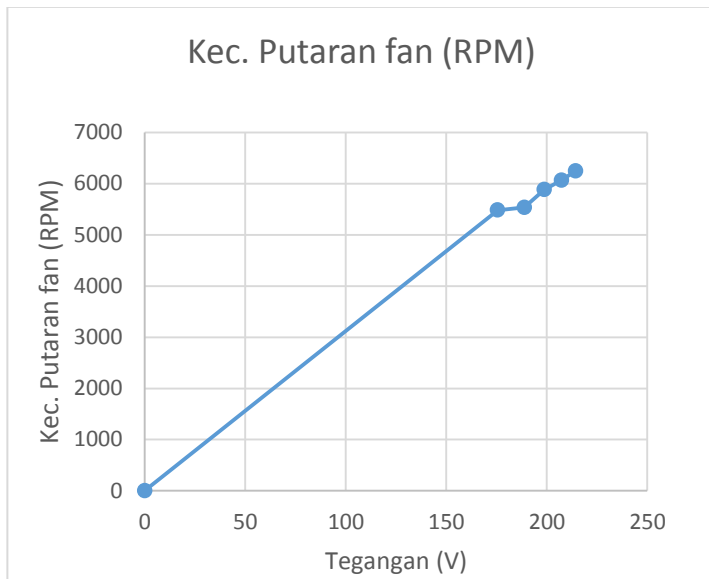
Pengujian aktuator dilakukan untuk melihat berapa tegangan input dan berapa tegangan yang keluar untuk bisa memutar fan. Pengujian aktuator dilakukan dengan menyambungkan *driver motor* yaitu dimmer dengan *power supply*. Pada pengujian aktuator ini juga dilakukan pengambilan data kecepatan putar fan dan kecepatan udara yang keluar pada fan.

Tabel 4.2 Pengujian Aktuator

Tegangan in (mV)	Tegangan out(V)	Kec. Putaran fan (RPM)
------------------	-----------------	------------------------

0	0	0
1	175,5	5481
2	188,8	5534
3	198,7	5882
4	207,3	6065
5	214,4	6315

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel diatas, diperoleh hubungan antara tegangan dengan kecepatan putar fan tersebut.



Gambar 4.4 Grafik Respon Hasil Uji Tegangan Terhadap Kecepatan Putar Fan

4.1.3 Pengujian Sistem

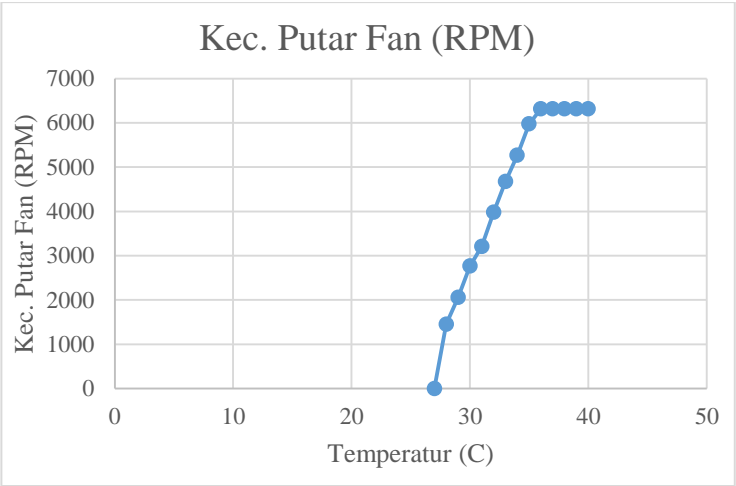
Pada pengambilan data didapatkan hasil grafik yang menggambarkan respon sistem untuk mencapai set point yaitu sebesar 27°C . Pengujian dilakukan untuk mengetahui grafik respon *actuator* dan pembacaan temperatur pada sensor.

Pada uji kinerja cooling tower, volume air tetap yaitu 2 liter dan laju alirannya juga tetap yaitu 0,033L/s.

Tabel 4.3 Pengujian Kinerja *Cooling Tower*

No.	Volume air (L)	Laju Aliran (L/s)	Tin (C)	Tout (C)	Kec. Putar Fan (RPM)
1	2	0,033	40	27	6315
2	2	0,033	39	27	6315
3	2	0,033	38	27	6315
4	2	0,033	37	27	6315
5	2	0,033	36	27	6315
6	2	0,033	35	27	5974
7	2	0,033	34	27	5264
8	2	0,033	33	27	4672
9	2	0,033	32	27	3978
10	2	0,033	31	27	3209
11	2	0,033	30	27	2765
12	2	0,033	29	27	2056
13	2	0,033	28	27	1453
14	2	0,033	27	27	0

Dari tabel di atas dapat diketahui grafik respon sistem dari set point temperatur 27°C adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Respon Kecepatan putar Fan Terhadap Temperatur

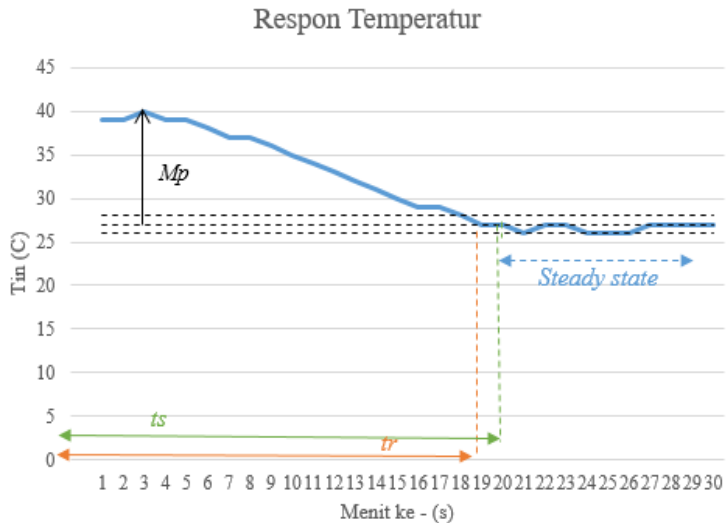
Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa saat suhu 35⁰C sampai suhu 40⁰C fan akan berputar dengan kecepatan maksimal yaitu 6315RPM.

Tabel 4.4 Respon Temperatur

No.	Menit Ke- (s)	Tin (C)
1	1	39
2	2	39
3	3	40
4	4	39
5	5	39
6	6	38
7	7	37
8	8	37
9	9	36

Lanjutan Tabel 4.4

No.	Menit ke – (s)	Tin (C)1
10	10	35
11	11	34
12	12	33
13	13	32
14	14	31
15	15	30
16	16	29
17	17	29
18	18	28
19	19	27
20	20	27
21	21	26
22	22	27
23	23	27
24	24	26
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	27
29	29	27
30	30	27



Gambar 4.6 Grafik Respon Temperatur

Grafik 4.5 menunjukkan hasil Respon uji sistem pengendalian suhu terhadap waktu dengan setpoint 27°C didapatkan nilai sebagai berikut :

1. Rise time, ukuran waktu yang diukur mulai dari respon detik ke 0 sampai dengan respon memotong steady state pertama selama 19 detik.
2. Maximum Overshoot, nilai maksimum dari kurva respons yang diukur. Nilai peak time pada sistem didapatkan sebesar 40°C .

$$Mp = (tp) - C_{\infty} C_{\infty} \times 100\% \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana : Mp = Maximum Overshoot

(tp) = Nilai peak time (Nilai Tertinggi)

(∞) = Nilai setpoint

$$Mp = 40 - 27 \times 100\% = 13\%$$

3. Settling time, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai steady state dengan persentase $\pm 5\%$ dari setpoint. Settling time pada pengendalian suhu air dengan set point 27°C didapatkan nilai sebagai berikut.

$$ts = S.P \pm (S.P \times 5\%) \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana : $tc = \text{Settling Time}$ $S.P = \text{Setpoint}$

$$ts = 27 \pm (27 \times 5\%)$$

$$ts = 27 \pm 1,35$$

$$ts = 28,35^{\circ}\text{C selama 17 detik atau}$$

$$ts = 26,65^{\circ}\text{C selama 21 detik}$$

4.2 Pembahasan

Tegangan output pada sensor didapatkan dari datasheet sensor termokopel tipe K.

Pada uji aktuator dilakukan pengambilan data yaitu besar tegangan input dan besar tegangan output menggunakan multimeter, kecepatan putar fan menggunakan sensor tachometer, dan besar udara yang keluar dari fan pendingin diukur dengan menggunakan sensor anemometer, besar udara yang keluar dilakukan pengambilan dari atas dan samping fan. Semakin tinggi kecepatan putar fan, semakin besar pulategangan yang dibutuhkan.

Pada uji cooling tower dilakukan pengambilan data dari suhu 35°C sampai 40°C . Semakin tinggi suhu air yang keluar dari cooling tower, maka semakin cepat pula putaran pada fan. Jika suhu yang keluar dari cooling tower mempunyai suhu 27°C , maka fan akan mati. Namun jika suhu air yang masuk ke cooling tower suhunya melebihi 40°C maka putaran fan akan error.

Untuk pengendalian suhu air yang keluar dari cooling tower menggunakan mode kontrol proporsional dengan metode *trial and error*. Adapun set point suhu yang keluar dari cooling tower adalah 27°C dengan menggunakan nilai K_p sebesar 14.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Cooling tower memiliki ukuran 75cm dengan luas alas 40 x 40cm.
- b. Semakin tinggi suhu yang diterima cooling tower, semakin cepat putaran fannya.
- c. Cepat lambatnya pendinginan tergantung pada temperatur air, laju aliran air yang masuk, ketinggian cooling tower dan kecepatan putar fan.
- d. Data pengujian alat pada sistem pengendalian , didapatkan respon time yang cukup baik untuk mencapai steady state yaitu nilai rise time sebesar 19 detik, maximum overshoot sebesar 13%, dan settling time yang dibutuhkan untuk mencapai steady state selama 21 detik.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya agar hasil yang dicapaidapat memenuhi harapan, antara lain :

- a. Sebaiknya program tidak menggunakan PCB dalam satu kelompok.
- b. Sebaiknya motor stepper pada *mini plant heat exchanger* diberi reduser agar tidak mempengaruhi pembacaan sensor pada plant.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suswanto, dkk. 2015. “Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dobel Pipa Dengan Sirip Berbentuk Siku Empat”. Tegal : Universitas Pancasakti Tegal.
- [2] Eprints.undip.ac.id
- [3] Purnomo Horeo. 2013. “Pembuatan Alat Monitoring Mesin Penukar Panas (Heat Exchanger) Untuk Menganalisis Unjuk Kerja Dan Karakteristiknya”. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Shah Harshang, dkk. 2017. “*Experimental and investigation of induce draught cooling tower*”. Vadodars Institute Of Technology.
- [5] @2014 www.indo-ware.com

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suswanto, dkk. 2015. “Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dobel Pipa Dengan Sirip Berbentuk Siku Empat”. Tegal : Universitas Pancasakti Tegal.
- [2] Eprints.undip.ac.id
- [3] Purnomo Horeo. 2013. “Pembuatan Alat Monitoring Mesin Penukar Panas (Heat Exchanger) Untuk Menganalisis Unjuk Kerja Dan Karakteristiknya”. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Shah Harshang, dkk. 2017. “*Experimental and investigation of induce draught cooling tower*”. Vadodars Institute Of Technology.
- [5] @2014 www.indo-ware.com

LAMPIRAN A

DATASHEET SENSOR THERMOCOUPLE TYPE K

MAXIMUM TEMPERATURE RANGE

Thermocouple Grade

- 328 to 2262°F

- 200 to 1250°C

Extension Grade

32 to 392°F

0 to 200°C

LIMITS OF ERROR

(whichever is greater)

Standard: 2.2°C or 0.75% Above 0°C

2.2°C or 2.0% Below 0°C

Special: 1.1°C or 0.4%

COMMENTS, BARE WIRE ENVIRONMENT:

Clean Oxidizing and Inert; Limited Use in

Vacuum or Reducing; Wide Temperature

Range; Most Popular Calibration

TEMPERATURE IN DEGREES °F

REFERENCE JUNCTION AT 32°F



Thermocouple
Grade

Nickel-Chromium
vs.
Nickel-Aluminum



Extension
Grade

REOTEMP

INSTRUMENTS

ITS-90 Table for Type T Thermocouple (Ref Junction 0°C)

<http://reotemp.com>

°C 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Thermoelectric Voltage in mV

0	0.000	0.039	0.078	0.117	0.156	0.195	0.234	0.273	0.312	0.352	0.391
10	0.391	0.431	0.470	0.510	0.549	0.589	0.629	0.669	0.709	0.749	0.790
20	0.790	0.830	0.870	0.911	0.951	0.992	1.033	1.074	1.114	1.155	1.196
30	1.196	1.238	1.279	1.320	1.362	1.403	1.445	1.486	1.528	1.570	1.612
40	1.612	1.654	1.696	1.738	1.780	1.823	1.865	1.908	1.950	1.993	2.036
50	2.036	2.079	2.122	2.165	2.208	2.251	2.294	2.338	2.381	2.425	2.468
60	2.468	2.512	2.556	2.600	2.643	2.687	2.732	2.776	2.820	2.864	2.909
70	2.909	2.953	2.998	3.043	3.087	3.132	3.177	3.222	3.267	3.312	3.356
80	3.356	3.403	3.448	3.494	3.539	3.585	3.631	3.677	3.722	3.768	3.814
90	3.814	3.860	3.907	3.953	3.999	4.046	4.092	4.138	4.185	4.232	4.279
100	4.279	4.325	4.372	4.419	4.466	4.513	4.561	4.608	4.655	4.702	4.750
110	4.750	4.798	4.845	4.893	4.941	4.988	5.036	5.084	5.132	5.180	5.228
120	5.228	5.277	5.325	5.373	5.422	5.470	5.519	5.567	5.616	5.665	5.714
130	5.714	5.763	5.812	5.861	5.910	5.959	6.008	6.057	6.107	6.156	6.206
140	6.206	6.255	6.305	6.355	6.404	6.454	6.504	6.554	6.604	6.654	6.704
150	6.704	6.754	6.805	6.855	6.905	6.956	7.006	7.057	7.107	7.158	7.209
160	7.209	7.260	7.310	7.361	7.412	7.463	7.515	7.566	7.617	7.668	7.720
170	7.720	7.771	7.823	7.874	7.926	7.977	8.029	8.081	8.133	8.185	8.237
180	8.237	8.289	8.341	8.393	8.445	8.497	8.550	8.602	8.654	8.707	8.759
190	8.759	8.812	8.865	8.917	8.970	9.023	9.076	9.129	9.182	9.235	9.288
200	9.288	9.341	9.395	9.448	9.501	9.555	9.608	9.662	9.715	9.769	9.822
210	9.822	9.876	9.930	9.984	10.038	10.092	10.146	10.200	10.254	10.308	10.362
220	10.362	10.417	10.471	10.525	10.580	10.634	10.689	10.743	10.798	10.853	10.907
230	10.907	10.962	11.017	11.072	11.127	11.182	11.237	11.292	11.347	11.403	11.458
240	11.458	11.513	11.569	11.624	11.680	11.735	11.791	11.846	11.902	11.958	12.013

250	12.013	12.009	12.125	12.181	12.237	12.293	12.349	12.405	12.461	12.518	12.574
260	12.574	12.630	12.687	12.743	12.799	12.856	12.912	12.969	13.026	13.082	13.139
270	13.139	13.196	13.253	13.310	13.366	13.423	13.480	13.537	13.595	13.652	13.709
280	13.709	13.766	13.823	13.881	13.938	13.995	14.053	14.110	14.168	14.226	14.283
290	14.283	14.341	14.399	14.456	14.514	14.572	14.630	14.688	14.746	14.804	14.862
300	14.862	14.920	14.978	15.036	15.095	15.153	15.211	15.270	15.328	15.386	15.445
310	15.445	15.503	15.562	15.621	15.679	15.738	15.797	15.856	15.914	15.973	16.032
320	16.032	16.091	16.150	16.209	16.268	16.327	16.387	16.446	16.505	16.564	16.624
330	16.624	16.683	16.742	16.802	16.861	16.921	16.980	17.040	17.100	17.159	17.219
340	17.219	17.279	17.339	17.399	17.458	17.518	17.578	17.638	17.698	17.758	17.819
350	17.819	17.879	17.939	17.999	18.060	18.120	18.180	18.241	18.301	18.362	18.422
360	18.422	18.483	18.543	18.604	18.665	18.725	18.786	18.847	18.908	18.969	19.030
370	19.030	19.091	19.152	19.213	19.274	19.335	19.396	19.457	19.518	19.579	19.641
380	19.641	19.702	19.763	19.825	19.886	19.947	20.009	20.070	20.132	20.193	20.255
390	20.255	20.317	20.378	20.440	20.502	20.563	20.625	20.687	20.748	20.810	20.872

400 20.872

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

LAMPIRAN B

MODUL MAX6675

19-2235, Rev 1, 3/02

MAXIM

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

- ◆ Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX6675

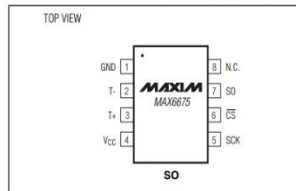
Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

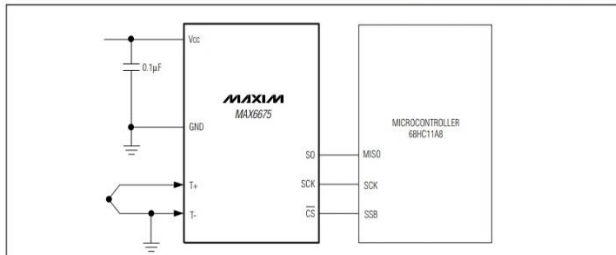
Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND	-0.3V to V_{CC} + 0.3V	Junction Temperature	+150°C
SO Current	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)		Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (derate 5.68mW/°C above +70°C)	471mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		$T_{THERMOCOUPLE} = +700^{\circ}\text{C}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)		$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-5	+5	LSB
				$V_{CC} = +5\text{V}$	-6	+6	
		$T_{THERMOCOUPLE} = 0^{\circ}\text{C}$ to $+700^{\circ}\text{C}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)		$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-8	+8	
				$V_{CC} = +5\text{V}$	-9	+9	
		$T_{THERMOCOUPLE} = +700^{\circ}\text{C}$ to $+1000^{\circ}\text{C}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)		$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-17	+17	
				$V_{CC} = +5\text{V}$	-19	+19	
Thermocouple Conversion Constant				10.25		μV/LSB	
Cold-Junction Compensation Error		$T_A = -20^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-3.0	+3.0	°C	
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-3.0	+3.0		
Resolution				0.25		°C	
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ	
Supply Voltage	V_{CC}			3.0		5.5	V
Supply Current	I_{CC}				0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V_{CC} rising		1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis					50		mV
Conversion Time		(Note 2)			0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE							
Input Low Voltage	V_{IL}					0.3 x V_{CC}	V
Input High Voltage	V_{IH}			0.7 x V_{CC}			V
Input Leakage Current	I_{LEAK}	$V_{IN} = \text{GND or } V_{CC}$				±5	μA
Input Capacitance	C_{IN}				5		pF

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+5.5V$, $T_A = -20^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values specified at $+25^{\circ}C$.) (Note 1)

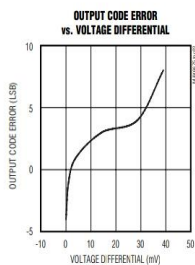
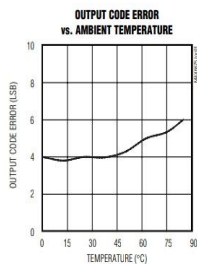
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	V_{OH}	$I_{SOURCE} = 1.6mA$	$V_{CC} - 0.4$			V
Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{SINK} = 1.6mA$			0.4	V
TIMING						
Serial Clock Frequency	f_{SCL}			4.3		MHz
SCK Pulse High Width	t_{CH}		100			ns
SCK Pulse Low Width	t_{CL}		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	t_{CSS}	$C_L = 10pF$	100			ns
CSB Fall to Output Enable	t_{OV}	$C_L = 10pF$			100	ns
CSB Rise to Output Disable	t_{TR}	$C_L = 10pF$			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	t_{DO}	$C_L = 10pF$			100	ns

Note 1: All specifications are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Specification limits over temperature ($T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX}) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

Note 2: Guaranteed by design. Not production tested.

Typical Operating Characteristics

($V_{CC} = +3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chromel Lead of Type-K Thermocouple
4	VCC	Positive Supply. Bypass with a 0.1μF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	\overline{CS}	Chip Select. Set \overline{CS} low to enable the serial interface.
7	SO	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

Detailed Description

The MAX6675 is a sophisticated thermocouple-to-digital converter with a built-in 12-bit analog-to-digital converter (ADC). The MAX6675 also contains cold-junction compensation sensing and correction, a digital controller, an SPI-compatible interface, and associated control logic.

The MAX6675 is designed to work in conjunction with an external microcontroller (μC) or other intelligence in thermostatic, process-control, or monitoring applications.

Temperature Conversion

The MAX6675 includes signal-conditioning hardware to convert the thermocouple's signal into a voltage compatible with the input channels of the ADC. The T+ and T- inputs connect to internal circuitry that reduces the introduction of noise errors from the thermocouple wires.

Before converting the thermoelectric voltages into equivalent temperature values, it is necessary to compensate for the difference between the thermocouple cold-junction side (MAX6675 ambient temperature) and a 0°C virtual reference. For a type-K thermocouple, the voltage changes by 41μV/°C, which approximates the thermocouple characteristic with the following linear equation:

$$V_{OUT} = (41\mu V / ^\circ C) \times (T_R - T_{AMB})$$

Where:

V_{OUT} is the thermocouple output voltage (μV).

T_R is the temperature of the remote thermocouple junction (°C).

T_{AMB} is the ambient temperature (°C).

Cold-Junction Compensation

The function of the thermocouple is to sense a difference in temperature between two ends of the thermocouple wires. The thermocouple's hot junction can be read from 0°C to +1023.75°C. The cold end (ambient temperature of the board on which the MAX6675 is mounted) can only range from -20°C to +85°C. While the temperature at the cold end fluctuates, the MAX6675 continues to accurately sense the temperature difference at the opposite end.

The MAX6675 senses and corrects for the changes in the ambient temperature with cold-junction compensation. The device converts the ambient temperature reading into a voltage using a temperature-sensing diode. To make the actual thermocouple temperature measurement, the MAX6675 measures the voltage from the thermocouple's output and from the sensing diode. The device's internal circuitry passes the diode's voltage (sensing ambient temperature) and thermocouple voltage (sensing remote temperature minus ambient temperature) to the conversion function stored in the ADC to calculate the thermocouple's hot-junction temperature.

Optimal performance from the MAX6675 is achieved when the thermocouple cold junction and the MAX6675 are at the same temperature. Avoid placing heat-generating devices or components near the MAX6675 because this may produce cold-junction-related errors.

Digitization

The ADC adds the cold-junction diode measurement with the amplified thermocouple voltage and reads out the 12-bit result onto the SO pin. A sequence of all zeros means the thermocouple reading is 0°C. A sequence of all ones means the thermocouple reading is +1023.75°C.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

MAX6675

Applications Information

Serial Interface

The *Typical Application Circuit* shows the MAX6675 interfaced with a microcontroller. In this example, the MAX6675 processes the reading from the thermocouple and transmits the data through a serial interface. Force CS low and apply a clock signal at SCK to read the results at SO. Forcing CS low immediately stops any conversion process. Initiate a new conversion process by forcing CS high.

Force CS low to output the first bit on the SO pin. A complete serial interface read requires 16 clock cycles. Read the 16 output bits on the falling edge of the clock. The first bit, D15, is a dummy sign bit and is always zero. Bits D14-D3 contain the converted temperature in the order of MSB to LSB. Bit D2 is normally low and goes high when the thermocouple input is open. D1 is low to provide a device ID for the MAX6675 and bit D0 is three-state.

Figure 1a is the serial interface protocol and Figure 1b shows the serial interface timing. Figure 2 is the SO output.

Open Thermocouple

Bit D2 is normally low and goes high if the thermocouple input is open. In order to allow the operation of the open thermocouple detector, T₋ must be grounded. Make the ground connection as close to the GND pin as possible.

Noise Considerations

The accuracy of the MAX6675 is susceptible to power-supply coupled noise. The effects of power-supply noise can be minimized by placing a 0.1μF ceramic bypass capacitor close to the supply pin of the device.

Thermal Considerations

Self-heating degrades the temperature measurement accuracy of the MAX6675 in some applications. The magnitude of the temperature errors depends on the thermal conductivity of the MAX6675 package, the

mounting technique, and the effects of airflow. Use a large ground plane to improve the temperature measurement accuracy of the MAX6675.

The accuracy of a thermocouple system can also be improved by following these precautions:

- Use the largest wire possible that does not shutt heat away from the measurement area.
- If small wire is required, use it only in the region of the measurement and use extension wire for the region with no temperature gradient.
- Avoid mechanical stress and vibration, which could strain the wires.
- When using long thermocouple wires, use a twisted-pair extension wire.
- Avoid steep temperature gradients.
- Try to use the thermocouple wire well within its temperature rating.
- Use the proper sheathing material in hostile environments to protect the thermocouple wire.
- Use extension wire only at low temperatures and only in regions of small gradients.
- Keep an event log and a continuous record of thermocouple resistance.

Reducing Effects of Pick-Up Noise

The input amplifier (A1) is a low-noise amplifier designed to enable high-precision input sensing. Keep the thermocouple and connecting wires away from electrical noise sources.

Chip Information

TRANSISTOR COUNT: 6720

PROCESS: BiCMOS

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

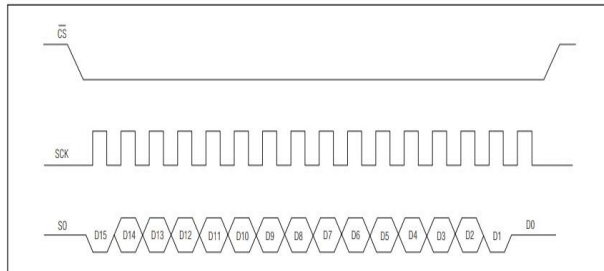


Figure 1a. Serial Interface Protocol

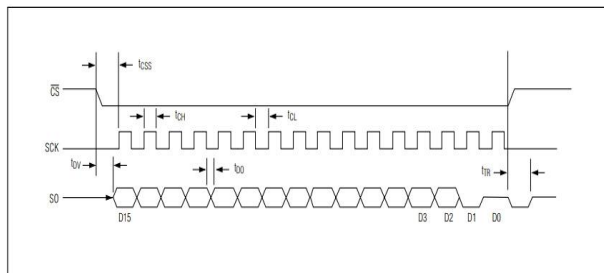


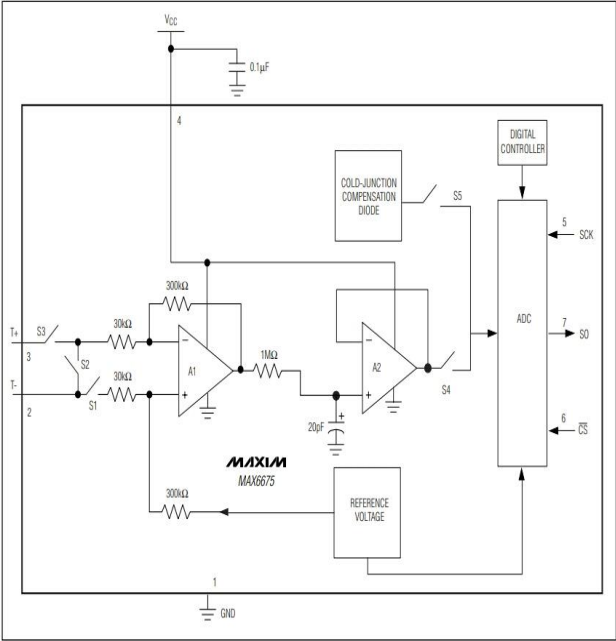
Figure 1b. Serial Interface Timing

BIT	DUMMY SIGN BIT	12-BIT TEMPERATURE READING												THERMOCOUPLE INPUT	DEVICE ID	STATUS
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	MSB											LSB		0	Three- state

Figure 2. SO Output

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

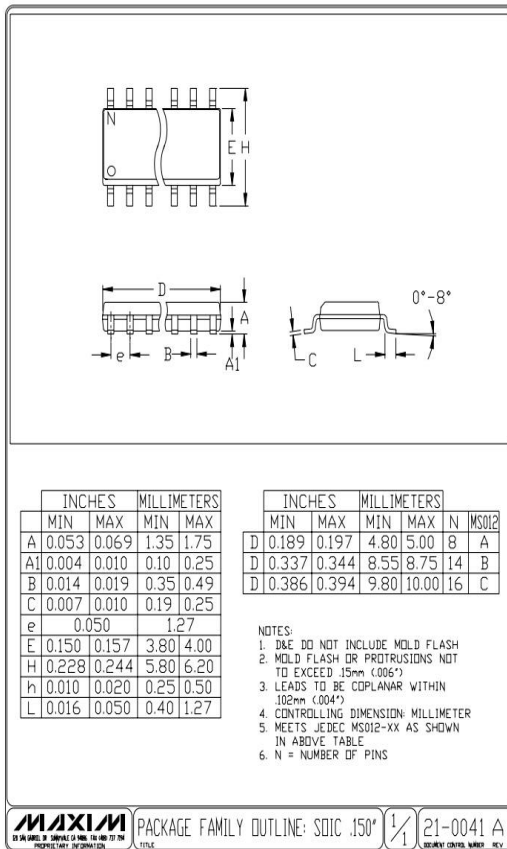
Block Diagram



MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Package Information



Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

8 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2002 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

LAMPIRAN C

DATASHEET DIMMER

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MOC3061/D



6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (600 Volts Peak)

The MOC3061, MOC3062 and MOC3063 devices consist of gallium arsenide infrared emitting diodes optically coupled to monolithic silicon detectors performing the functions of Zero Voltage Crossing bilateral triac drivers.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115/240 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- Simplifies Logic Control of 115/240 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- dv/dt of 1500 V/μs Typical, 600 V/μs Guaranteed
- To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.

Recommended for 115/240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lighting Controls
- Static Power Switches
- AC Motor Drives
- Temperature Controls
- E.M. Contactors
- AC Motor Starters
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	120	mW
Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C		1.41	mW/°C

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	600	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μs, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	150	mW
Derate above 25°C		1.76	mW/°C

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	250	mW
Derate above 25°C		2.94	mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾	T_A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T_{stg}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	°C

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating.

For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

(Replaces MOC3060/D)

MOC3061
[IFT = 15 mA Max]
MOC3062
[IFT = 10 mA Max]
MOC3063*
[IFT = 5 mA Max]

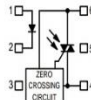
*Motorola Preferred Device

STYLE 6 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
6. MAIN TERMINAL



MOTOROLA

MOC3061 MOC3062 MOC3063

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Reverse Leakage Current ($V_R = 6\text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage ($I_F = 30\text{ mA}$)	V_F	—	1.3	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$)					
Leakage with LED Off, Either Direction (Rated $V_{DRM}^{(1)}$)	I_{DRM1}	—	60	500	nA
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage ⁽³⁾	dv/dt	600	1500	—	V/ μs
COUPLED					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = $3\text{ V}^{(2)}$)	I_{FT}	—	—	15	mA
		—	—	10	
		—	—	5	
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100\text{ mA}$, $I_F = \text{Rated } I_{FT}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Holding Current, Either Direction	I_H	—	250	—	μA
Inhibit Voltage (MT1-MT2 Voltage above which device will not trigger.) ($I_F = \text{Rated } I_{FT}$)	V_{INH}	—	5	20	Volts
Leakage in Inhibited State ($I_F = \text{Rated } I_{FT}$, Rated V_{DRM} , Off State)	I_{DRM2}	—	—	500	μA
Isolation Voltage ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ sec}$)	V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3061, 10 mA for MOC3062, 5 mA for MOC3063) and absolute max I_F (60 mA).
3. This is static dv/dt . See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

TYPICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$

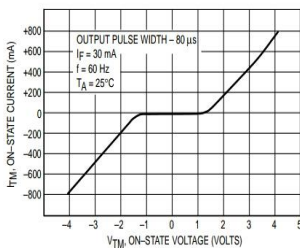


Figure 1. On-State Characteristics

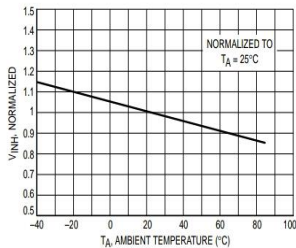


Figure 2. Inhibit Voltage versus Temperature

MOC3061 MOC3062 MOC3063

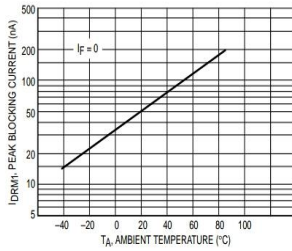


Figure 3. Leakage with LED Off versus Temperature

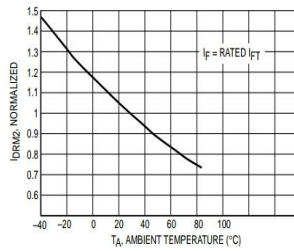


Figure 4. I_{dRM2} , Leakage in Inhibit State versus Temperature

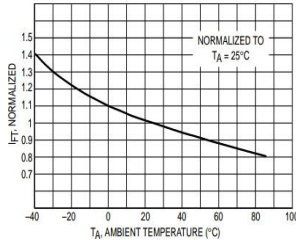


Figure 5. Trigger Current versus Temperature

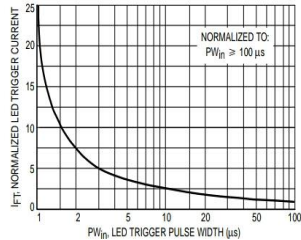


Figure 6. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

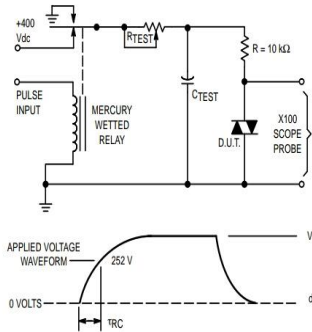
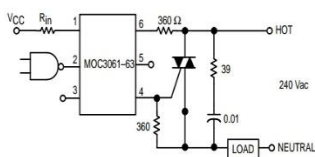


Figure 7. Static dv/dt Test Circuit

1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. t_{RC} is measured at this point and recorded.

MOC3061 MOC3062 MOC3063



Typical circuit for use when hot line switching is required. In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or neutral side. The load may be connected to either the neutral or hot line.

R_{IN} is calculated so that I_F is equal to the rated I_{FT} of the part, 15 mA for the MOC3061, 10 mA for the MOC3062, and 5 mA for the MOC3063. The 39 ohm resistor and 0.01 μ F capacitor are for snubbing of the triac and may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Hot-Line Switching Application Circuit

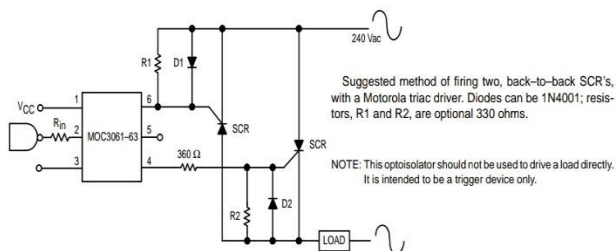
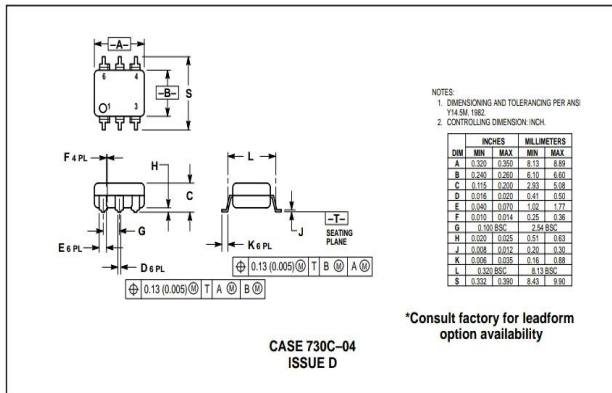
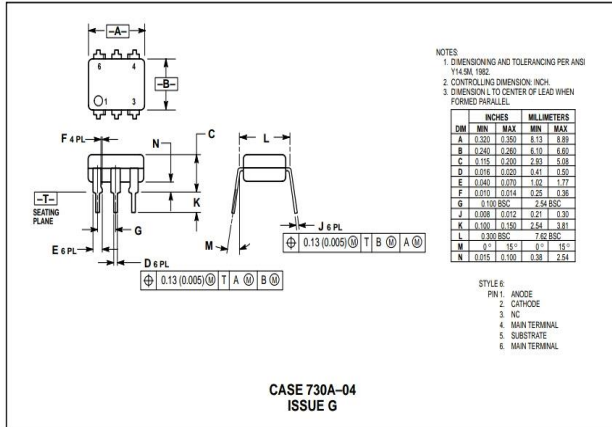


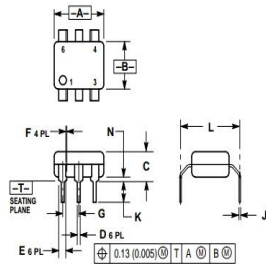
Figure 9. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit

MOC3061 MOC3062 MOC3063

PACKAGE DIMENSIONS



MOC3061 MOC3062 MOC3063




- NOTES
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M-1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSIONAL L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.024	0.25	0.36
G	0.100 BSC	2.54 BSC		
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.010	0.020	0.25	0.51
L	0.400	0.425	10.16	10.80
N	0.015	0.040	0.38	1.02

*Consult factory for leadform option availability

CASE 730D-05
ISSUE D

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20812, Phoenix, Arizona 85036, 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu-Butsuryo-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFA00@email.sps.mot.com - TOUCHSTONE (602) 244-6609
INTERNET: <http://Design-NET.com>

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 88 Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26529296



MOC3061/D

LAMPIRAN D

LISTING PROGRAM CODE VISION AVR

/******

*This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>*

*Project :
Version :
Date : 06/06/2018
Author : Asus A455L
Company :
Comments:*

*Chip type : ATmega16A
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 11,059200 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256*

***/

```
#include <mega16a.h>
#include <stdlib.h>
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
#include <delay.h>
#define backlight PORTC.7
#define csA PORTB.0
#define csB PORTB.3
```

```

#define sclkA    PORTB.5
#define sclkB    PORTB.2
#define sdinA    PINB.1
#define sdinB    PINB.4
#define enable   PIND.7 // tombol selector

int speedfan;
int timer;
int periode,minperiode;

unsigned pulse;

bit tampilkan, override;
// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
// tempat mengisi program jika terjadi trigger dari kaki/pin
PORTD2
{
// Place your code here

TCNT1H=0x01;
TCNT1L=speedfan*2.16;

}
// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
// Place your code here
//flow
periode=pulse;
minperiode=TCNT2;
TCNT2=0;
pulse=0;
}

```

```
#ifndef RXB8  
#define RXB8 1  
#endif
```

```
#ifndef TXB8  
#define TXB8 0  
#endif
```

```
#ifndef UPE  
#define UPE 2  
#endif
```

```
#ifndef DOR  
#define DOR 3  
#endif
```

```
#ifndef FE  
#define FE 4  
#endif
```

```
#ifndef UDRE  
#define UDRE 5  
#endif
```

```
#ifndef RXC  
#define RXC 7  
#endif
```

```
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)  
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)  
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)  
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)  
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
```

```

// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 7
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#endif

// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;

// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if (data==0x23)
{
rx_counter=0;
rx_wr_index=0;
}
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)
{
rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#if RX_BUFFER_SIZE == 256
// special case for receiver buffer size=256
if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
#else
if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
{

```

```

        rx_counter=0;
        rx_buffer_overflow=1;
    }
#endif
}
}

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
    if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
    #endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;
    #asm("sei")
    return data;
}
#pragma used-
#endif

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    timer++;
}

```

```

if (timer>=42)
{
tampilkan=1;
timer =0;
}
}

```

```

// Declare your global variables here
int read_suhuA(int suhuA)
{int i;
csA=1;
delay_us(5);
sclkA=0;
delay_us(5);
csA=0;
delay_us(5);
sclkA=1;
delay_us(5);
if(sdinA==0)
{
    suhuA=0;
    for (i=1;i<=12;i++)
    {
        delay_ms(1);
        sclkA=0;
        delay_us(5);

        sclkA=1;
        delay_us(5);
        switch(i)
        {
            case 1 :{suhuA=suhuA+sdinA*2048;break;}
            case 2 :{suhuA=suhuA+sdinA*1024;break;}
            case 3 :{suhuA=suhuA+sdinA*512;break;}
            case 4 :{suhuA=suhuA+sdinA*256;break;}
            case 5 :{suhuA=suhuA+sdinA*128;break;}
            case 6 :{suhuA=suhuA+sdinA*64;break;}

```

```

        case 7 :{suhuA=suhuA+sdinA*32;break;}
        case 8 :{suhuA=suhuA+sdinA*16;break;}
        case 9 :{suhuA=suhuA+sdinA*8;break;}
        case 10 :{suhuA=suhuA+sdinA*4;break;}
        case 11 :{suhuA=suhuA+sdinA*2;break;}
        case 12 :{suhuA=suhuA+sdinA*1;break;}
    }
}
    suhuA=suhuA/4;
}
    sclkA=0;
    delay_us(5);
    //delay_ms(1);
    sclkA=1;
    delay_us(5);
    //delay_ms(1);
    sclkA=0;
    delay_us(5);
    //delay_ms(1);
    csA=1;
    delay_us(5);

return suhuA;
}

```

```

int read_suhuB(int suhuB)
{int i;
    //suhu=0;
    csB=1;
    delay_us(5);
    sclkB=0;
    delay_us(5);
    //delay_ms(1);
    csB=0;
    delay_us(5);
}

```



```

//delay_ms(1);
sclkB=1;
delay_us(5);
if(sdinB==0)

{
    suhuB=0;
    for (i=1;i<=12;i++)
    {
        // delay_ms(1);
        sclkB=0;
        delay_us(5);
        //delay_ms(1);
        sclkB=1;
        delay_us(5);
        switch(i)
        {
            case 1 :{suhuB=suhuB+sdinB*2048;break;}
            case 2 :{suhuB=suhuB+sdinB*1024;break;}
            case 3 :{suhuB=suhuB+sdinB*512;break;}
            case 4 :{suhuB=suhuB+sdinB*256;break;}
            case 5 :{suhuB=suhuB+sdinB*128;break;}
            case 6 :{suhuB=suhuB+sdinB*64;break;}
            case 7 :{suhuB=suhuB+sdinB*32;break;}
            case 8 :{suhuB=suhuB+sdinB*16;break;}
            case 9 :{suhuB=suhuB+sdinB*8;break;}
            case 10 :{suhuB=suhuB+sdinB*4;break;}
            case 11 :{suhuB=suhuB+sdinB*2;break;}
            case 12 :{suhuB=suhuB+sdinB*1;break;}
        }
    }
    suhuB=suhuB/4;
}

sclkB=0;
delay_us(5);
//delay_ms(1);
sclkB=1;

```

```

    delay_us(5);
    csB=1;
    delay_us(5);

return suhuB;
}
void main(void)
{
// Declare your local variables here
int Tin,error,Tout;
int duty,frek,LPM,remotefan;
unsigned char buff[16];
unsigned char skip [3];
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=Out Func4=In Func3=Out
Func2=Out Func1=In Func0=Out
// State7=T State6=T State5=0 State4=T State3=0 State2=0
State1=T State0=0
PORTB=0x00;
DDRB=0x2D;

// Port C initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out
Func3=Out Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0
State1=0 State0=0

```

*PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;*

*// Port D initialization
// Func7=In Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In
Func2=In Func1=Out Func0=In
// State7=T State6=0 State5=0 State4=0 State3=P State2=P
State1=0 State0=T
PORTD=0x80;
DDRD=0x72;*

*// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 10,835 kHz
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x05;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;*

*// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 43,341 kHz
// Mode: Fast PWM top=OCR1A
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;*

```
TCNT1H=0x00;  
TCNT1L=0x00;  
ICR1H=0x00;  
ICR1L=0x00;  
OCR1AH=0x01;  
OCR1AL=0xB1;  
OCR1BH=0x00;  
OCR1BL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer2 Stopped  
// Mode: Normal top=0xFF  
// OC2 output: Disconnected  
ASSR=0x00;  
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;
```

```
// External Interrupt(s) initialization  
// INT0: On  
// INT0 Mode: Falling Edge  
// INT1: On  
// INT1 Mode: Falling Edge  
// INT2: Off  
GICR/=0xC0;  
MCUCR=0x0A;  
MCUCSR=0x00;  
GIFR=0xC0;
```

```
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization  
TIMSK=0x01;
```

```
// USART initialization  
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
```

```
// USART Receiver: On  
// USART Transmitter: On  
// USART Mode: Asynchronous  
// USART Baud Rate: 9600  
UCSRA=0x00;  
UCSRB=0x98;  
UCSRC=0x86;  
UBRRH=0x00;  
UBRRL=0x47;  
  
// Analog Comparator initialization  
// Analog Comparator: Off  
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off  
ACSR=0x80;  
SFIOR=0x00;  
  
// ADC initialization  
// ADC disabled  
ADCSRA=0x00;  
  
// SPI initialization  
// SPI disabled  
SPCR=0x00;  
  
// TWI initialization  
// TWI disabled  
TWCR=0x00;  
  
// Alphanumeric LCD initialization  
// Connections are specified in the  
// Project/Configure/C Compiler/Libraries/Alphanumeric  
LCD menu:  
// RS - PORTC Bit 0  
// RD - PORTC Bit 1  
// EN - PORTC Bit 2
```

```

// D4 - PORTC Bit 3
// D5 - PORTC Bit 4
// D6 - PORTC Bit 5
// D7 - PORTC Bit 6
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
#asm("sei")
backlight=1;
delay_ms(1000);

while (1)
{
    if (rx_buffer_overflow==1)
    {
        if ((rx_buffer[0]==0x23)&&(rx_buffer[6]==0x25))
        {
            if (rx_buffer[1]==0x37)
            {
                switch (rx_buffer[2])
                {
                    //read
                    case 97: {printf("07;");
                                break;}
                    case 98: {printf("%d;", Tin);
                                break;}
                    case 99: {printf("%d;", Tout);
                                break;}
                    case 100: {printf("%d;", LPM);
                                break;}
                    case 101: {printf("%d;", speedfan);
                                break;}
                    case 102: {printf("%d;", override);
                                break;}
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    case 103: {printf ("%d;", enable);
               break;}
    case 104: {printf ("%d;\r\n", backlight);
               break;}

//write
    case 109: {skip[0]=rx_buffer[3];
               skip[1]=rx_buffer[4];
               skip[2]=rx_buffer[5];
               remotefan=atoi(skip);
               break;}
    case 110: { if (rx_buffer[5]=='1')override=1;
               else if (rx_buffer[5]=='0')override=0;
               break;}
    case 111: { if (rx_buffer[5]=='1') enable=1;
               else if (rx_buffer[5]=='0') enable=0;
               break;}
    case 112: { if (rx_buffer[5]=='1') backlight=1;
               else if (rx_buffer[5]=='0') backlight=0;
               break;}
    }
}
}
else
{
    printf ("error;");
}
rx_buffer_overflow=0;
}

if (tampilkan==1)
{
    Tin=read_suhuA(Tin);

```

```

    Tout=read_suhuB(Tout);

    if (enable==0)
    { backlight=1;
      TCCR1A=0x23;
      TCCR1B=0x1C;
      if (Tout>=27)
      {
        error=Tout-27;
      }
      else
      {
        error=27-Tout;
      }
      speedfan=(14*error); //minimumspeed+();
      proportional
      //speedfan=100;
      if (override==1)
      {
        speedfan=remotefan;
      }
      if (speedfan>=100)speedfan=100;
      duty=speedfan*4.3;
      if (duty==0)
      {TCCR1A=0x00;
        TCCR1B=0x00;
      }
      else
      { TCCR1A=0x23;
        TCCR1B=0x1C;
      }
      if (duty>=256)
      {OCR1BH=0x01;
        OCR1BL=duty-256;
      }

```



```

else
    {OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=duty;
    }
}
else
    {backlight=0;
    TCCR1A=0x00;
    TCCR1B=0x00;
    PORTD.4=0;

    }
    //flow
    if((periode==0)&&(minperiode==0))frek=0;
else
    frek=1/((periode*0.000185)+(minperiode*0.000000723));
    LPM=frek*0.130985915;
    //lcd_gotoxy(0,1);
    //lcd_putsf("L/M=");
    //sprintf(buff,"%3d ",LPM);
    //lcd_puts(buff);
    pulse=0;
    TCNT2=0;
    periode=0;
    minperiode=0;

    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Tin=");
    sprintf(buff,"%3d ",Tin);
    //printf (buff);
    lcd_puts (buff);

    lcd_gotoxy(8,0);
    lcd_putsf("Tout=");
    sprintf(buff,"%3d",Tout);

```

```
lcd_puts(buff);
```

```
lcd_gotoxy(8,1);
```

```
lcd_putsf("FANA=");
```

```
sprintf(buff,"%3d",speedfan);
```

```
lcd_puts(buff);
```

```
tampilkan=0;
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

IDENTITAS DIRI



penulis bernama Vebi Injang Septefani lahir di Mojokerto pada tanggal 10 September 1997, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Tarbiyatul Athfal, SMPN 2 Dawarblandong, SMAN 1 Dawarblandong. Penulis mengikuti seleksi Program Diploma Tiga (D-III) pada tahun 2015 dan diterima di Jurusan Teknik Instrumentasi. Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Nomor Registrasi Pokok 10511500000093. Penulis cukup aktif mengikuti kegiatan organisasi dan pelatihan selama menjadi mahasiswa. Penulis pernah menjadi staf Dewan Perwakilan Mahasiswa 2016/2017. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. PJB UP BRANTAS, tepatnya di PLTA Lodoyo, Blitar, selama kurang lebih dua bulan. Pada masa akhir studi Penulis mengerjakan tugas akhir dengan judul tugas akhir “Rancang Bangun *Cooling Tower Tipe Induce Draft* Berpengendali Kecepatan Putar *Fan*”. Apabila ada kritik dan saran yang ditunjukkan pada penulis, dapat menghubungi email **febiinjang@gmail.com**.